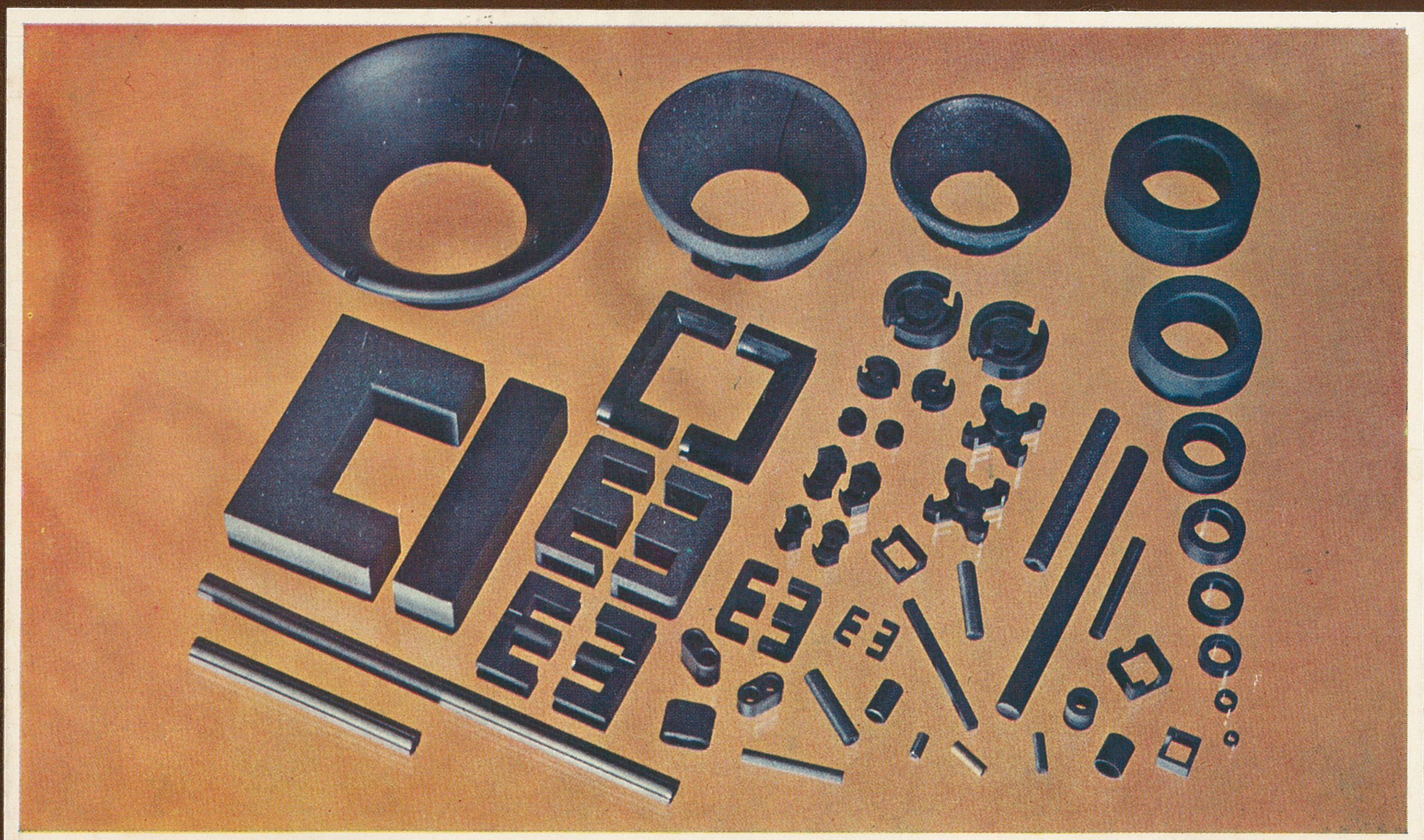
fonox

MAGNETICKY MĚKKÉ FERITY



Pramet
ZÁVODY PRÁŠKOVÉ METALURGIE · ŠUMPERK
STÁTNÍ PODNIK

Výrobní program

POLDI DIADUR

Slinuté karbidy

● vyměnitelné břitové destičky ● břitové destičky pro pájené nože ● průvlaky ● skládací průvlaky ● pájené tažné trny ● plovoucí trny ● zápustky ● trysky ● vodicí pouzdra ● součásti ze slinutých karbidů pro různé nástroje, lisovací a střihací techniku ● destičky, válečky a roubíky pro jádrovací a příklepné vrtání

URDIAMANT

Umělý diamant a výrobky z umělého i přírodního diamantu

● diamantový syntetický prášek ● diamantové brusné pasty ● diamantové průvlaky ● diamantové jádrovací korunky ● diamantové vrtáky do skla ● diamantové brusné kotouče ● diamantové zabrušovací trny ●
● frézovací a brousicí kotouče pro kamenoprůmysl a stavebnictví ● diamantová vnikací tělesa pro měření tvrdosti

FONOX

Magneticky měkké ferity

● jádra pro telekomunikační techniku ● jádra pro radiotechniku a televizní techniku ● jádra pro jiné obory slaboproudé elektrotechniky

DUROX

Magneticky tvrdé ferity

● segmentové magnety pro ss motory ● magnety pro upínací systémy, uzávěry, magnetické filtry a separátory ● magnety pro organizační techniku a plánovací tabule ● systémy s feritovými magnety ● veterinární magnety

NEGOHM

Negativní termistory

● tyčinkové, destičkové, šroubové a perličkové termistory pro měření a regulaci teplot, teplotní kompenzaci, měření vlhkosti a tlaku plynů

Pozitivní termistory

● destičkové termistory pro ochranu elektrických točivých strojů a indikaci teplot

DIAFRIKT

Kovokeramické třecí materiály

● lamely spojek ● unášecí kotouče ● třecí disky ● třecí segmenty ● brzdové písty ● stavěcí pouzdra ● různé tvarové aplikace

---

KONTAKTNÍ MATERIÁLY VYSOKONAPĚŤOVÉ I NÍZKONAPĚŤOVÉ

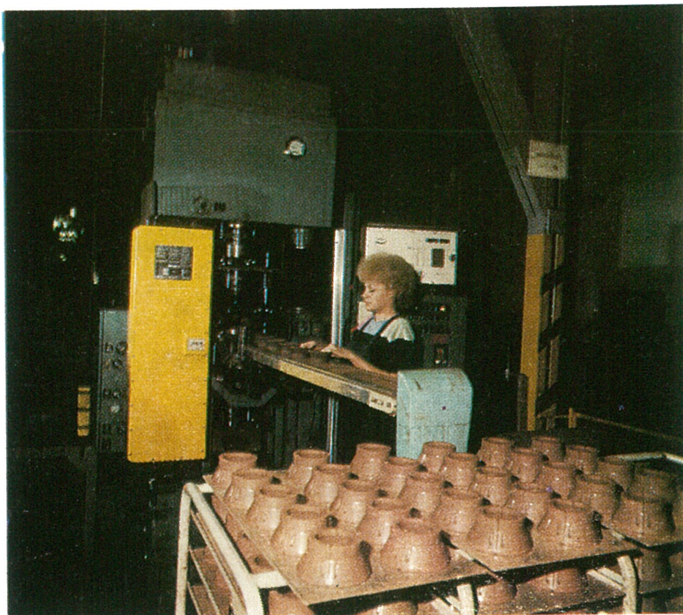
● kontakty pro lamely spínačů ● opalovací kontakty pro spínací hlavice ● kontakty pro bodové svařování ● kontakty pro olejové jističe ● kontakty pro stykače ● univerzální kontakty pro slaboproud ● různé tvarové aplikace

VÝROBKY PRO ŘÍDICÍ A VÝPOČETNÍ TECHNIKU

● paměťové matice a bloky s feritovými jádry ● magnetické hlavy pro diskové paměti

Obsah

ÚVOD 2
MAGNETICKY MĚKKÉ FERITY 3
POUŽITÍ FERITOVÝCH MATERIÁLŮ 3
STRUKTURA FERITŮ „FONOX" 4
ELEKTROMAGNETICKÉ VLASTNOSTI 4
1. PERMEABILITA 4
2. MAGNETIZAČNÍ CHARAKTERISTIKY 6
3. ZMĚNY V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ 6
4. ZTRÁTY V JÁDŘE 6
5. REZISTIVITA ρ 7
6. SOUČINITEL INDUKČNOSTI A_L 7
7. SOUČINITEL ODPORU A_R 8
8. ČASOVÁ KONSTANTA τ 8
9. ČASOVÁ NESTABILITA PERMEABILITY 8
TABULKA MATERIÁLŮ „FONOX" 20
DOPORUČENÉ POUŽITÍ MAGNETICKY MĚKKÝCH FERITŮ 22
KATALOGOVÁ ČÁST 23
TOROIDY 24
FERITOVÉ ANTÉNY 25
FERITOVÉ ANTÉNY DRÁŽKOVANÉ 26
TYČINKY 27
TRUBIČKY 28
E-JÁDRA 29
U-JÁDRA 31
I-JÁDRA 33
EC-JÁDRA 34
ZÁVITOVÁ JÁDRA 35
HRNÍČKOVÁ JÁDRA 36
JÁDRA PRO VYCHYLOVACÍ CÍVKY 40
C-JÁDRA 43
X-JÁDRA 44
DVOUOTVOROVÁ JÁDRA 46
ZVONKOVÁ JÁDRA 47
JÁDRA PRO MF TRANSFORMÁTORY 48
DOLAĎOVACÍ JÁDRA 50
RM-JÁDRA 51
SPECIÁLNÍ VÝROBKY 53







Úvod

Nové vydání katalogu magneticky měkkých feritů obsahuje základní technické údaje, které jsou potřebné při vývoji a konstrukci elektronických zařízení. Výrobky uvedené v tomto katalogu splňují podmínky čs. státních norem a mezinárodních doporučení IEC a RVHP.

Označují se dvanáctimístným číslem JK. U těchto feritových výrobků jsou úvodní čtyři čísla shodná,

2055.. ......

pátá a šestá číslice označuje příslušný materiál:

11	H 6	25	H 7
12	H 11	26	H 3 R
13	H 12	31	N 01
14	H 10	32	N 02
15	H 18	33	N 05
16	H 20	34	N 1
17	H 22	35	N 2
19	H 23	36	N 01 P
21	H 21	37	N 08 P

Osmé až dvanácté místo číselného kódu charakterizují tvar a rozměry výrobku.

Výrobky, které jsou označeny * nejsou v době vydání katalogu ve výrobě. Jejich vzorkování provádí technický rozvoj.

fonox

Magneticky měkké ferity

FONOX

Při průchodu střídavého proudu cívkou navinutou na feromagnetickém jádru vzniká uvnitř jádra magnetické pole, jež je příčinou vzniku vířivých proudů, které se projevují jako ztráta energie. Tato ztráta je známa jako ztráta vířivými proudy a je do značné míry ovlivněna odporem materiálu jádra. Jeho vliv je poněkud omezen tím, že jádro není kompaktní celek, ale je složeno z lamel, při čemž jednotlivé lamely jsou od sebe vzájemně odizolovány. Tím se omezí dráha vířivých proudů. V případě daného kmitočtu a magnetické indukce lze ztráty vířivými proudy omezit dvěma způsoby:

a) zmenšováním tloušťky lamel (plechů)
b) zvýšením měrného odporu materiálu

Při prvním způsobu hrají důležitou úlohu výrobní náklady, které stoupají se snižující se tloušťkou plechu. To znamená, že existuje hranice tloušťky plechů, jež je ještě ekonomicky únosná. Navíc při snižování tloušťky plechů roste izolace a faktor plnění se snižuje. Známé a komerčně vyráběné kovové feromagnetické materiály mají nízkou rezistivitu řádově $10—10^2$ $\mu\Omega$cm. Pokusy o zvýšení rezistivity neměly žádoucí úspěch i když tlak telekomunikační techniky, která přecházela na vyšší frekvence, byl značný. Významný krok byl vykonán zavedením práškových jader, a to zejména z karbonylového železa, alsiferu, permaloye atd. Základem práškových feromagnetických materiálů jsou částečky kovů nebo slitin, vázané izolačním prostředím takovým způsobem, že jsou vzájemně odizolovány. Tato metoda přinesla podstatné snížení ztrát vířivými proudy, ale zároveň značné snížení permeability. Ze známých materiálů mají nejvyšší permeabilitu jádra z práškového permaloye cca 120. Pokles permeability proti kompaktnímu kovovému materiálu je způsoben pojivou izolační hmotou, která se chová jako rozptýlená vzduchová mezera, kterou nelze zmenšit. Další snižování ztrát výřivými proudy zmenšováním částeček feromagnetického materiálu a tím získání možnosti pracovat na vyšších kmitočtech zapříčiňuje další snižování permeability.
Další cestou bylo hledání materiálů s vysokou rezistivitou. Došlo se až k nekovovým látkám, a to oxidům železa a feritům. Poprvé se podařilo připravit nekovovou hmotu s feromagnetickými vlastnostmi roku 1900 německému fyziku Hilpertovi. I když materiál měl velmi vysokou rezistivitu ($10^5—10^7$ Ωcm) a tedy zanedbatelné ztráty vířivými proudy, celkové ztráty byly vysoké a permeabilita nízká. První použitelné ferity připravil v roce 1933 Snoek spékáním směsných krystalů feritů. Připravil materiály s vysokou rezistivitou $10—10^8$ Ωcm a s počáteční permeabilitou 10—3 000. Největšího rozšíření doznaly manganatozinečnaté ferity.
Vysoký specifický odpor feritů lze vysvětlit tím, že mají elektrony vázány valenčními silami. Naproti tomu kovové feromagnetické materiály mají elektrony velmi volně vázané a pro jejich uvolnění z oběžných drah stačí nepatrná energie. Odtud tedy vysoká vodivost a nízká rezistivita, tím také vysoké ztráty vířivými proudy.
V ČSSR bylo započato s průmyslovou výrobou feritů v roce 1956 v n. p. PRAMET Šumperk. Prvním vyráběným materiálem bylo lithno-zinečnatý ferit LHB s μi = 50 pro anténní tyče. Výzkum materiálu prováděl Výzkumný ústav pro elektrotechnickou fyziku v Praze.
Dalším materiálem byl manganato-zinečnatý ferit H8 s μi = 800 pro jádra vychylovacích cívek a nikelnato-zinečnatý ferit N 10 s μi = 1 000 pro jádra řádkových transformátorů. Současně se započetím průmyslové výroby byla rovněž vytvořena vývojová skupina, která z počátku řešila technologické problémy a později po vytvoření Výzkumného ústavu pro práškovou metalurgii započala s výzkumem materiálu. Důležitým problémem, který byl zvládnut, byl výpal manganato-zinečnatého feritu v řízené atmosféře. Ve VÚPM byly vyvinuty postupně materiály H 11, H 12, H 20, H 6. Aplikací nových výrobních postupů byl zlepšen materiál H 10 a vytvořeny materiály H 18 a H 22. Použitím výzkumných prací VÚPEF (VÚST) Praha byla průmyslové výrobě přizpůsobena a zavedena řada nikelnato-zinečnatých feritů N 2, N 1, N 05, N 02, N 01. Výzkumem byl připraven perminvarový ferit N 01 P a N 08 P, dále manganatozinečnaté ferity H 23, H 21, hořečnatý ferit s vysokou hodnotou rezistivity H 3 R a připravují se další.

Použití feritových materiálů

Feritové materiály se vyrábí pro použití pro přenos informace a pro přenos výkonu. Zásadní rozdíl v zaručovaných elektromagnetických parametrech je následující:

a) U materiálů pro přenos informace je zaručována:
 — Počáteční permeabilita μ_i, která je měřena při amplitudě magnetické indukce menší než 0,5 mT.
 — Měrný ztrátový činitel $tg\delta/\mu_i$, měřený zpravidla při kmitočtu 0,1 MHz a amplitudě magnetické indukce menší než 0,5 mT.
 — Součinitel hysterezních ztrát η_B, určuje přírůstek ztrát v závislosti na růstu amplitudy magnetické indukce.
 — Měrný teplotní činitel počáteční permeability TKμs, který dává informaci o teplotní stabilitě v intervalu teplot 20—60 °C.
 — Mezní pracovní teplota.

b) U materiálů pro přenos výkonu se užívá názvosloví dle doporučení mezinárodní komise pro elektrotechniku IEC.
 — Nejvyšší měrné ztráty (u jádra celkové ztráty) při dané amplitudě magnetické indukce B_a, kmitočtu f a určité teplotě. Zpravidla to bývá

$B_a = 0{,}2$ T, f = 15 kHz, ϑ = 23 °C nebo teplotní interval 60—100 °C.

— Nejnižší zaručená amplituda (vrcholová hodnota) magnetické indukce B sinusového tvaru daného kmitočtu při dané vrcholové hodnotě intenzity magnetického pole H a teplotě 100 °C. Zpravidla se uvádí B_{min} při H = = 250 A/m a ϑ = 100 °C

— Amplitudová permeabilita μ_a

— Mezní pracovní teplota.

Ze srovnání obou skupin feritových materiálů je zřejmé, že u materiálů pro přenos informace je výroba podřízena tomu, aby byly zajištěny parametry právě v oblasti počáteční permeability. U materiálů pro přenos výkonu není oblast počáteční permeability rozhodující, ale klade se požadavek na vysokou hodnotu indukce a nízké měrné ztráty při pracovní teplotě.

Většina feritových materiálů patří tedy do první skupiny, pouze materiál H 21 byl vyvíjen pro výkonové použití. Nelze však jednoznačně tvrdit, že by za určitých podmínek nebylo možné použít některých dalších materiálů pro přenos výkonu. Konkrétní aplikace u odběratelů to potvrzují.

Nikelnato-zinečnaté ferity nejsou při f = 10—50 kHz pro přenos výkonu vhodné pro malou amplitudovou permeabilitu a vyšší měrné ztráty vlivem H. Rovněž nejsou vhodné materiály H 10, H 18 a H 22 z důvodu nízké Curieovy teploty.

Příznivé podmínky jsou u materiálů H 11, H 12 a H 20.

Struktura feritů Fonox

Ferity jsou chemické sloučeniny, které lze vyjádřit obecným vzorcem $MeFe_3O_2$, kde Me je dvojmocný kov, výjimečně také jednomocný. Z dvojmocných kovů jsou obvyklé Mn, Ni, Zn, Mg, Cu, Fe, Cd, z jednomocných Li. První pozorování magnetizmu byly prováděny u magnetu $FeO.Fe_2O_3$. V tomto minerálu se vyskytuje železo ve dvou valencích Fe^{2+} a Fe^{3+}. Chemicky lze magnetit vyjádřit $Fe^{2+}Fe^{3+}O_4^{2-}$ a je nám znám jako ferit železitý nebo také oxid železnato-železitý. Jeho rezistivita je asi 10^{-4} Ωm, který i když je nepoměrně vyšší než u vlastního železa, je ještě příliš nízký, chceme-li podstatně snížit ztráty vířivými proudy. Zjistilo se, že nahrazením železnatého iontu některým výše uvedeným dvoj (jedno) mocným iontem získáme materiál, jehož rezistivita je řádově $1—10^4$ Ωm a tedy ve srovnání s běžnými kovovými feromagnetickými materiály $10^6—10^{12}$ krát větší. Výrobní postup spočívá v tom, že základní suroviny se smíchají, přežíhají, znovu rozemelou, zgranulují nebo vysuší, lisují nebo protlačují, vypálí a případně upraví broušením. Při konstrukci součástek z feritu je dobré vyhýbat se náhlým změnám průřezu, které dělají potíže při lisování. Štěrbiny, mezery lze lisovat pouze ve směru rovnoběžném se směrem lisovacího tlaku. Stejnorodý průřez zaručuje větší pevnost a vylučuje větší deformace tvaru, vznikající nerovnoměrným smršťováním při výpalu.

Smrštění dosahuje cca 20 %. Je způsobeno několika faktory a nelze přesně stanovit. Z tohoto důvodu jsou tolerance rozměrů feritových výrobků větší.

Vypálené výrobky lze opracovat pouze broušením, řezáním diamantovou pilou nebo obrábět ultrazvukem. Broušení se provádí brusnými kotouči, segmenty nebo práškem na bázi SiC nebo diamantu. Při obrábění nesmí dojít k lokálnímu přehřátí, jinak dojde k prasknutí součásti. Je proto nutné používat malé úběry a silné chlazení vodou. Broušením se dosahuje střední povrchové nerovnosti lepší než 0,5 μm. Feritové součásti lze dobře lepit epoxydovými pryskyřicemi. Lepené plochy však musí být dobře odmaštěny.

Feritové výrobky jsou tmavošedé až černé barvy, tvrdé, nízkoporézní, keramického charakteru, chemicky inertní, odolné vlhkosti a atmosférickým podmínkám.

Elektromagnetické vlastnosti

Jednotlivé pojmy a definice odpovídají ČSN 35 80 05, zpracované na základě „Mezinárodního elektrotechnického slovníku - skupina 5", doporučení IEC publikace 125.

1. PERMEABILITA

V oblasti feritů se setkáváme s těmito druhy permeabilit: počáteční, amplitudová, vratná, komplexní, efektivní a cívková.

1.1 Počáteční permeabilita μ_i

je permeabilita určená směrnicí tečny magnetizační charakteristiky v bodě H = 0, B = 0.

$$\mu_i = \frac{1}{\mu_o} \lim_{H \to 0} \frac{B}{H}$$

kde μ_o ... magnetická konstanta ($H.m^{-1}$)

H, B ... souřadnice bodů dané magnetizační charakteristiky ($A.m^{-1}$; T)

V praxi se nahrazuje obvykle amplitudovou permeabilitou měřenou při malých amplitudách střídavé intenzity magnetického pole (B ≦ 0,5 mT) popř. magnetické indukce a bez ss předmagnetování. Počáteční permeabilita je materiálovou konstantou a je uvedena pro různé materiály v tabulce materiálových vlastností.

1.2 Efektivní permeabilita μ_e

je permeabilita, kterou by měl mít hypotetický homo-

genní materiál, aby se dosáhla (za předpokladu neexistence roztyplových toků) při stejných rozměrech, stejná celková reluktance, jako má jádro vyrobené z různých materiálů.

$$\mu_e = \frac{1}{\mu_o} \frac{L}{N^2} \sum_{k=1}^{n} \frac{l_k}{S_k}$$

kde μ_o ... magnetická konstanta ($H.m^{-1}$)
L ... indukčnost měřicí cívky s jádrem (H)
N ... počet závitů měřicí cívky
l_k ... délka siločáry k-tého úseku jádra (m)
S_k ... průřez k-tého úseku jádra (m^2)

Efektivní permeabilita není materiálovou konstantou, protože se vztahuje na určitý tvar jádra vyrobeného z daného materiálu obvykle se vzduchovou mezerou. Pro výpočet se u některých tvarů udává:

l_{ef} ... střední délka magnetické siločáry (mm)
S_{ef} ... efektivní průřez (mm^2)
V_{ef} ... efektivní objem (mm^3)

případně také C_1 - tvarová konstanta, jež byla vypočítána podle doporučení IEC - publikace č. 205.

1.3 Cívková permeabilita μ_{app}

je permeabilita materiálu jádra, stanovená z poměru indukčnosti měřicí cívky s jádrem a indukčnosti téže cívky bez jádra.

$$\mu_{app} = \frac{L}{L'}$$

kde L ... indukčnost cívky s jádrem (H)
L' ... indukčnost téže cívky bez jádra (H)

Tato hodnota je pouze smluvní a závisí na tvaru jádra, na tvaru a poloze měřicí cívky apod. Používá se u otevřených magnetických obvodů, jako u tyčinek, trubiček, závitových jader, anténních tyčí atd.

1.4 Vratná permeabilita μ_{rev}

je mezní hodnota inkrementální permeability pro rozkmit střídané složky intenzity magnetického pole, blížící se nule.

$$\mu_{rev} = \lim_{\Delta H \to 0} \mu\Delta$$

kde ΔH ... rozkmit střídavé složky intenzity magnetického pole ($A.m^{-1}$)
$\mu\Delta$ ... inkrementální permeabilita

Inkrementální permeabilita je permeabilita pro střídavé magnetování za přítomnosti stejnosměrného předmagnetování

$$\mu\Delta = \frac{1}{\mu_o} \frac{\Delta B}{\Delta H}$$

kde $\mu\Delta$ ... inkrementální permeabilita
μ_o ... magnetická konstanta ($H.m^{-1}$)
ΔH ... rozkmit střídavé složky intenzity magnetické pole ($A.m^{-1}$)
ΔB ... odpovídající rozkmit magnetické indukce (T)

1.5 Komplexní permeabilita

je poměr fázorů indukce a intenzity magnetického pole dělený činitelem μ_o

$$\bar{\mu} = \frac{1}{\mu_o} \frac{\bar{B}}{\bar{H}}$$

kde μ_o ... magnetická konstanta ($H.m^{-1}$)
$\bar{H}$ ... fázor intenzity pole ($A.m^{-1}$)
$\bar{B}$ ... fázor indukce (T)

Když vezmeme v úvahu cívku o N závitech na uzavřeném feromagnetickém jádru o délce siločáry l_{ef} a průřezu S_{ef}, impendance této cívky je daná magnetickými vlastnostmi jádra, (ztráty v mědi, vlastní kapacita atd. jsou zanedbatelné), pak platí

$$\beta = j\omega L_o . \bar{\mu}$$

L_o lze psát za předpokladu $\mu_i = 1$

$$L_o = \frac{4\pi N^2 . 10^{-9}}{\sum \frac{l}{S}}$$

Má-li jádro zbytkové ztráty, pak je potřeba pohlížet na permeabilitu jako na vektorovou veličinu, jejíž reálná složka zvyšuje indukčnost a imaginární složka zvyšuje zbytkové ztráty jádra. Uvažujme nejdříve sériové náhradní cívky s jádrem:

$$= j\omega L_o (\mu' - j\mu'') = R_s + j\omega L_s$$

kde μ', μ'' ... složky komplexní permeability pro sériové náhradní schéma cívky s jádrem
R_s ... sériový odpor zbytkových ztrát v jádře (Ω)
L_s ... sériová indukčnost (H)

Z uvedené rovnice lze určit:

$$L_s = L_o \mu'$$

$$R_s = \omega L_o \mu''$$

vztah $\frac{R_s}{\omega L_s} = \frac{\mu'}{\mu''} = \text{tg}\delta$

se nazývá ztrátový činitel.

1.6 Amplitudová permeabilita μ_a

je poměr amplitudy magnetické indukce a intenzity magnetického pole

$$\mu_a = \frac{1}{\mu_0} \frac{B_a}{H_a}$$

kde μ_0 ... magnetická konstanta ($H.m^{-1}$)
B_a ... amplituda magnetické indukce (T)
H_a ... amplituda intenzity magnetického pole ($A.m^{-1}$)

Pojmu amplitudová permeabilita se užívá u jader, pracujících při vysokých hodnotách magnetické indukce.

2. MAGNETIZAČNÍ CHARAKTERISTIKY

2.1 Indukce v nasycení B_s

Indukce v nasycení je u všech druhů feritů nízká ve srovnání s příslušnými kovovými materiály a klesá se stoupající teplotou. Z toho důvodu se materiál nehodí pro výkonové použití na nízkých kmitočtech. Hodnoty B_s jsou uvedeny v tabulce materálových vlastností.

2.2 Koercivita H_c

Je to intenzita magnetického pole nutná k potlačení remanence B_r na nulu. Hodnoty H_c jsou uvedeny v tabulce materiálových vlastností. Vysokopermeabilní Mn-ZN ferity mají $H_c < 100$ $A.m^{-1}$, Ni-Zn ferity 50—1 500 $A.m^{-1}$.

3. ZMĚNY V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ

3.1 Mezní pracovní teplota θ_c

je Curieova teplota, při které materiál přechází z feromagnetického stavu do paramagnetického. Protože tento přechod je náhlý, obtížně se určuje. Pro technickou praxi se mezní pracovní teplota definuje teplotou, při níž počáteční permeabilita klesne na 50 % hodnoty při 20 °C. Hodnoty θ_c jsou uvedeny v tabulce materiálů a jsou materiálovou konstantou.

3.2 Teplotní činitel počáteční permeability

je v daném teplotním intervalu podíl poměrné změny počáteční permeability a změny teploty, která její změnu způsobila.

$$TK\mu_i = \frac{\Delta\mu_i}{\Delta T} \cdot \frac{1}{\mu_i}$$

kde $\Delta\mu_i$ ... změna počáteční permeability
ΔT ... změna teploty (K)

Teplotní rozsah se obvykle používá 20—60 °C.

Teplotní činitel při dané teplotě je mezní hodnota středního činitele pro velmi malou změnu teploty $\Delta T \to 0$.

$$TK\mu_i = \lim_{T \to 0} \frac{\Delta\mu_i}{\Delta T} \cdot \frac{1}{\mu_i}$$

V praxi se používá také měrný teplotní činitel

$$TK\mu_s = \frac{\Delta\mu}{\Delta T} \cdot \frac{1}{\mu^2}$$

kde $TK\mu_s$ ... měrný teplotní činitel (K^{-1})
$\Delta\mu$ ... změna permeability
ΔT ... změna teploty (K)
μ ... permeabilita při výchozí teplotě

Hodnoty měrného teplotního činitele jsou uvedeny v materiálové tabulce.

4. ZTRÁTY V JÁDŘE

Celkové ztráty v jádře lze definovat jako výkon absorbovaný součástí a přeměněný na teplo při periodicky proměnné magnetické indukci. Ztráty při malých magnetických indukcích v Rayleighově oblasti lze rozdělovat na ztráty vířivými proudy, hysterezní a zbytkové.

Rayleighova oblast je definovaná jako oblast, v níž s dostatečnou přesností platí kvadratická závislost magnetické indukce na intenzitě magnetického pole podle vztahu

$$\frac{B}{\mu_0} = (\mu_i + \nu H_a)\, H \pm \frac{\nu}{2} (H_a^2 - H^2)$$

kde B ... okamžitá hodnota indukce (T)
μ_0 ... magnetická konstanta ($H.m^{-1}$)
μ_i ... počáteční permeabilita
ν ... Rayleighův hysterezní činitel ($A.m^{-1}$)
H_a ... amplituda intenzity magnetického pole ($A.m^{-1}$)
H ... okamžitá hodnota intenzity magnetického pole ($A.m^{-1}$)

4.1 Hysterezní ztráty

V souladu s publikací IEC 125 a 218 vyjadřují se hysterezní ztráty součinitelem hysterezních ztrát materiálu η_B, který je dán vztahem

$$\eta B = \frac{\mu_0 \cdot N^3}{C_2 \cdot L^2} \cdot \frac{R_2 - R_1}{\bar{U}_2 - \bar{U}_1} \cdot 10^{-9}$$

kde ηB ... součinitel hysterezních ztrát (T^{-1})
C_2 ... konstanta jádra
R_1, R_2 ... sériové odpory ztrát v cívce odpovídající napětím U_1, U_2 (Ω)
U_1, U_2 ... amplituda napětí v cívce jádra, odpovídající následujícím velikostem magnetické indukce $B_2 = 3$mT, $B_1 = 1$mT (V)

4.2 Ztrátový úhel a měrný ztrátový činitel $tg\delta/\mu_i$

Ztrátový úhel δ je úhel fázového posunu mezi fázory $\bar{B}$ a $\bar{H}$.

Tangens ztrátového úhlu je podíl imaginární a reálné složky komplexní permeability, nebo podíl reálné a imaginární složky převrácené hodnoty komplexní permeability

$$tg\delta = \frac{\mu''}{\mu'} = \frac{\mu'_p}{\mu''_p} = \frac{R_s}{\omega L_s} = \frac{\omega L_p}{R_p}$$

kde μ' ... reálná složka komplexní permeability
μ'' ... imaginární složka komplexní permeability
R_s ... ztrátový odpor cívky pro sériové náhradní zapojení (Ω)
ωl_p ... indukční reaktance cívky pro paralelní náhradní zapojení (Ω)
R_p ... ztrátový odpor cívky pro paralelní náhradní zapojení (Ω)
ωL_s ... indukční reaktance cívky pro sériové náhradní zapojení (Ω)

Pro hodnoty nižší než 0,1 lze $tg\delta$ dělit na složky odpovídající ztrátám hysterezním, vířivými proudy a zbytkovým

$$tg\delta \approx + tg\,\delta_h + tg\,\delta_a + tg\,\delta_t$$

Často se také používá činitel jakosti Q, jež je převrácenou hodnotou tangenty ztrátového úhlu.

$$Q = \frac{1}{tg\delta}$$

Kromě výše uvedených se používá také měrný ztrátový úhel, jenž je materiálovou konstantou. Je to poměr ztrátového úhlu k počáteční permeabilitě. Pro obvody se vzduchovou mezerou se používá měrný ztrátový úhel, který je poměrem ztrátového úhlu k efektivní permeabilitě. Hodnoty měrných ztrátových činitelů jsou v materiálové tabulce.

4.3 Optimální frekvenční oblast

Průběhy závislosti $tg\delta/\mu$ nám dávají dobrý obraz o možné frekvenční oblasti použití feritových materiálů „FONOX" pro cívky, kde je potřebný vysoký činitel jakosti. Při použití materiálů pro širokopásmové transformátory můžeme použít průběhu složek komplexní permeability μ' a μ''.

4.4 Horní mezní kmitočet f_{max}

Jako horní mezní kmitočet můžeme považovat ten, při kterém činitel jakosti změřený na toroidním jádru je roven asi 50, tj. tg cca 0,02. Pro jádra se vzduchovou mezerou je hraniční kmitočet vyšší.

4.5 Dolní kmitočet f_{min}

je kmitočet, při kterém je výhodnější přejít na feritový materiál s nejbližší vyšší permeabilitou, čímž se dosáhne dalšího snížení ztrát.

4.6 Celkové ztráty P při vysoké indukci

Jsou důležité při navrhování výkonových transformátorů. Udávají se buď v mW/g nebo mW/cm³.

5. REZISTIVITA ρ

V tabulce materiálů jsou uvedeny hodnoty rezistivity materiálu „FONOX". Platí pro teplotu 20 °C a proudovou hustotu 1 mA/cm². Kontaktování je provedeno speciální grafitovou emulsí nebo rtuťovými kontakty.

6. SOUČINITEL INDUKČNOSTI A_L

je indukčnost, kterou by měla cívka o jednom závitu daného tvaru a rozměrů, umístěná v jádru v dané poloze.

$$A_L = \frac{L}{N^2}$$

kde A_L ... součinitel indukčnosti (H)
L ... indukčnost cívky (H)
N ... počet závitů

Pro praktické účely se používá jednotky nH nebo μH. Často se také používá činitel závitů α. Je to počet závitů, který by cívka daného rozměru a tvaru, umístěná na jádru v dané poloze musela mít, aby se dosáhlo jednotkové indukčnosti.

$$\alpha = \frac{N}{\sqrt{L}}$$

Součinitel indukčnosti musí být měřen za podmínek, že měřicí proud je určen tak, aby $B < 0{,}5$ mT.

7. SOUČINITEL ODPORU A_L

Součinitel odporu A_R nebo zkráceně A_R - konstanta je analogií A_L - konstanty, tj. stejnosměrný odpor R_{ss} jednoho závitu v Ω

$$A_R = \frac{R_{ss}}{N^2}$$

Z údajů vinutí lze A_R konstantu vypočítat ze vztahu

$$A_R = \frac{\rho l_z}{f_k \cdot A_z}$$

kde ρ ... měrný odpor materiálu vinutí pro měď 1,72 $\mu\Omega$cm
l_z ... střední délka závitu (cm)
A_z ... plocha jednoho závitu (cm^2)
f_k ... činitel plnění mědi

V případě, že použijeme výše uvedených jednotek je rozměr A_R v $\mu\Omega$. Hodnoty činitele plnění mědi jsou udávány v údajích cívkových tělísek obvykle při $f_k = 0{,}5$.

8. ČASOVÁ KONSTANTA τ

je definována jako poměr indukčnosti L (H) a ztrátového odporu R_z (Ω).

$$\tau = \frac{L}{R_z}$$

Pro nízké kmitočty může být ztrátový odpor nahrazen stejnosměrným odporem R_{ss}. Stejnosměrná časová konstanta je pak

$$\tau_{ss} = \frac{L}{R_{ss}}$$

Za použití výrazu z kapitoly 6. a 7. můžeme psát

$$\tau_{ss} = \frac{A_L}{A_R}$$

9. ČASOVÁ NESTABILITA PERMEABILITY

Časová nestabilita permeability se nazývá desakomodace D. Je to poměrná změna počáteční permeability vznikající za určitou dobu po úplném odmagnetování bez dalšího působení mechanických, magnetických, teplotních a jiných změn při stanovené teplotě

$$D = \frac{\mu_{i1} - \mu_{i2}}{\mu_{i1}} \cdot 100$$

kde D ... desakomodace (%)
μ_{i1} ... počáteční permeabilita měřená v dané (krátké) době t_1 po úplném odmagnetování
μ_{i2} ... počáteční permeabilita měřená v dané (delší) době t_2 při úplném odmagnetování

Činitel desakomodace d je dán výrazem

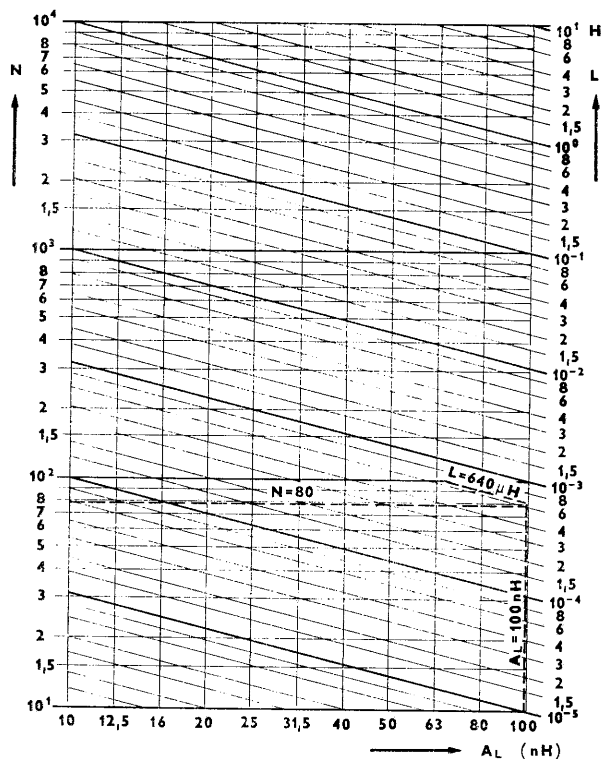
$$d = \frac{\mu_{i1} - \mu_{i2}}{\mu_{i1} \log \frac{t_2}{t_1}}$$

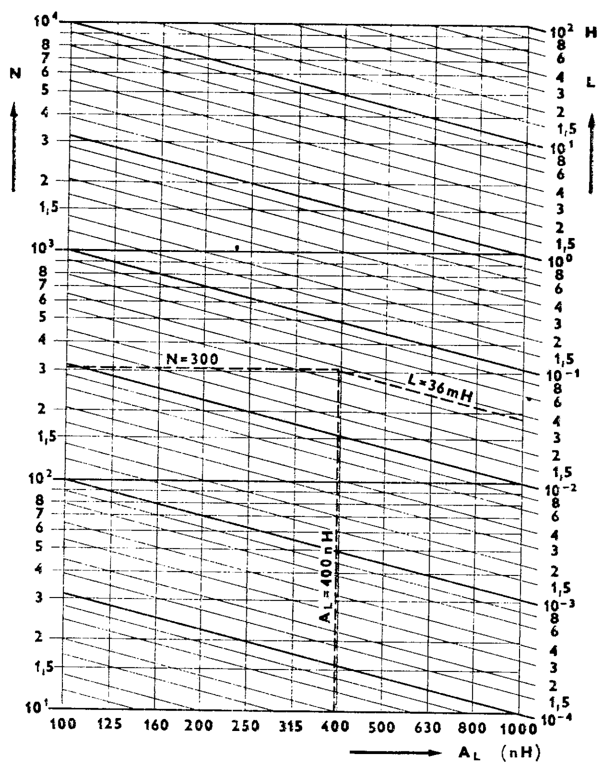
V praxi se používá $t_1 = 10$ min., $t_2 = 100$ min., pak $\log \frac{t_2}{t_1} = 1$

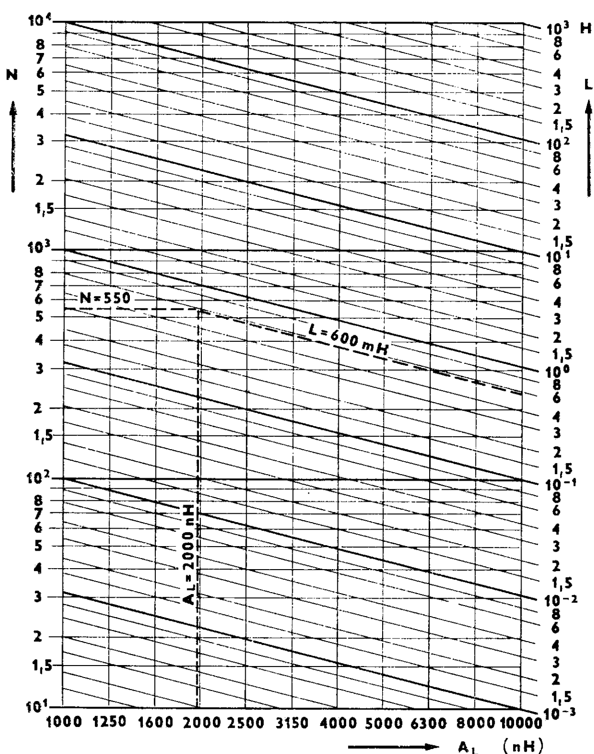
Někdy se také používá měrný činitel desakomodace DF. Je určen vztahem

$$DF = \frac{d}{\mu_i}$$

DIAGRAMY STANOVENÍ INDUKČNOSTI A POČTU ZÁVITŮ PRO A_L - KONSTANTY 10—100 nH, 100—1 000 nH a 1 000—10 000 nH.

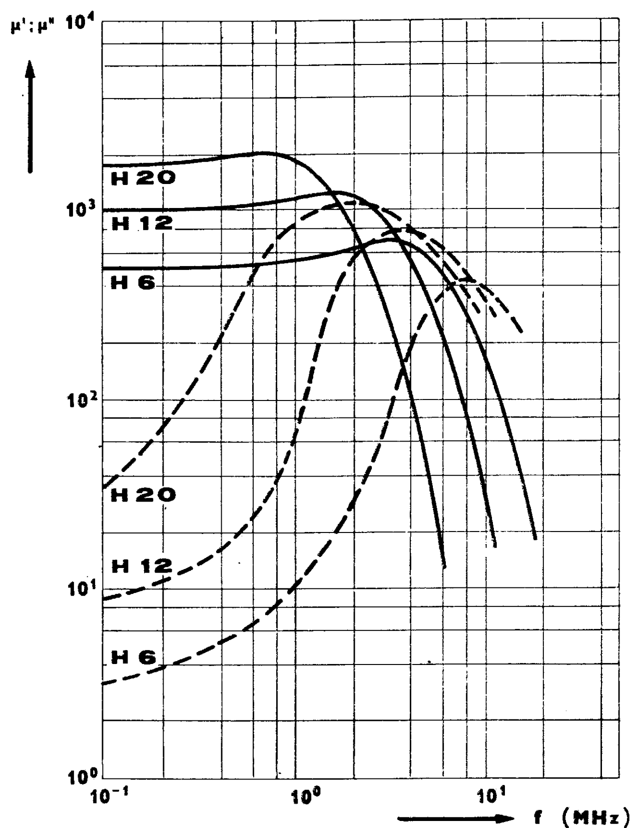


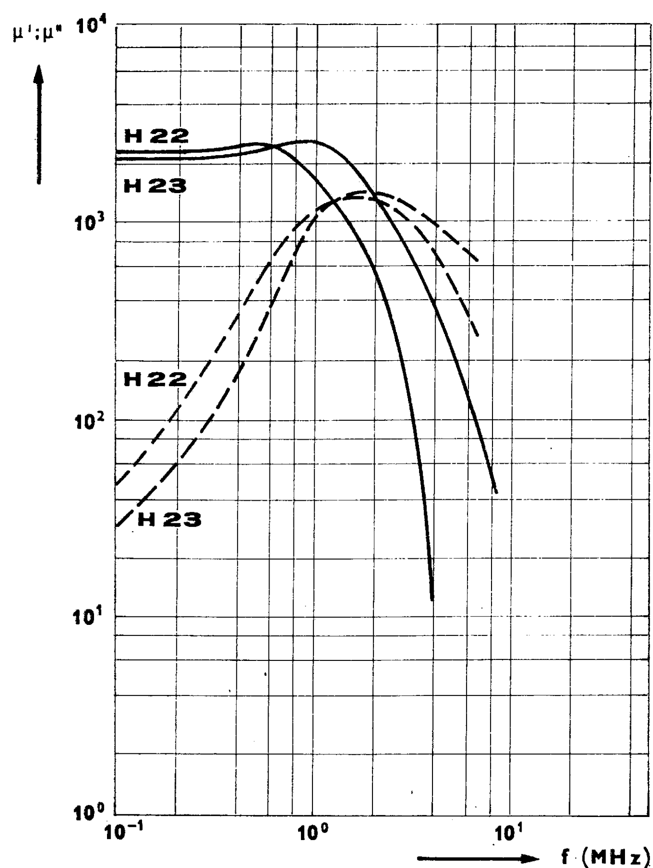


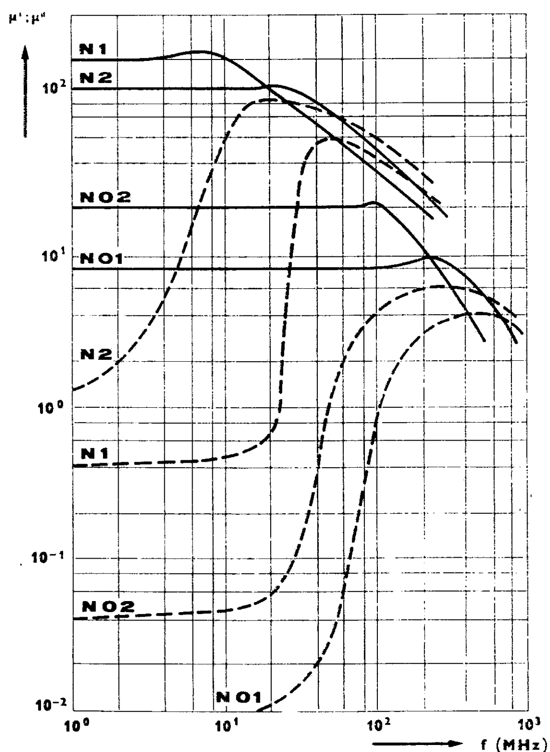


fonox

DIAGRAMY ZÁVISLOSTI SLOŽEK KOMPLEXNÍ PERMEABILITY NA KMITOČTU.

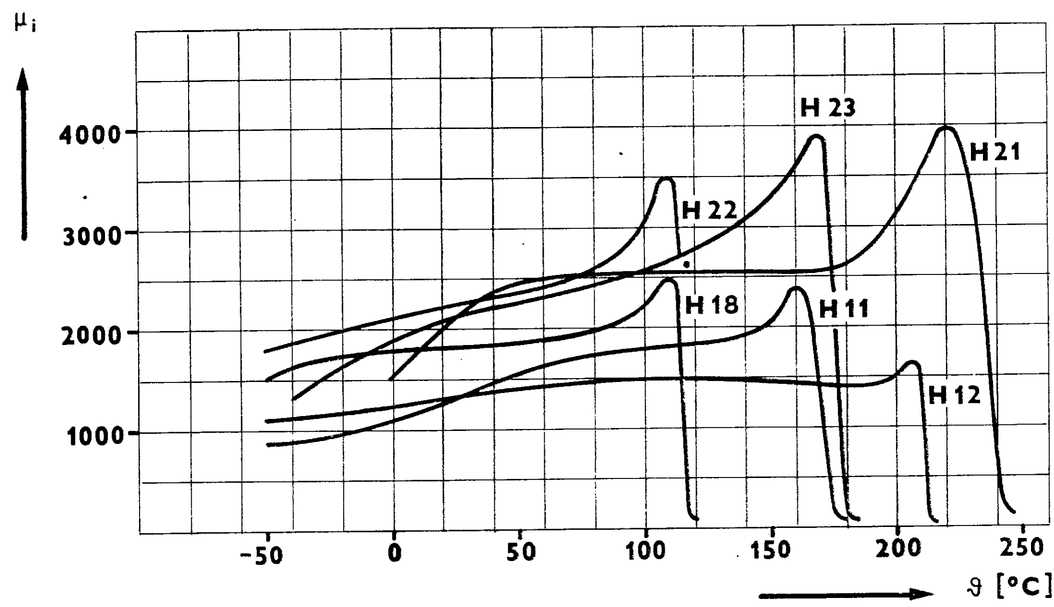


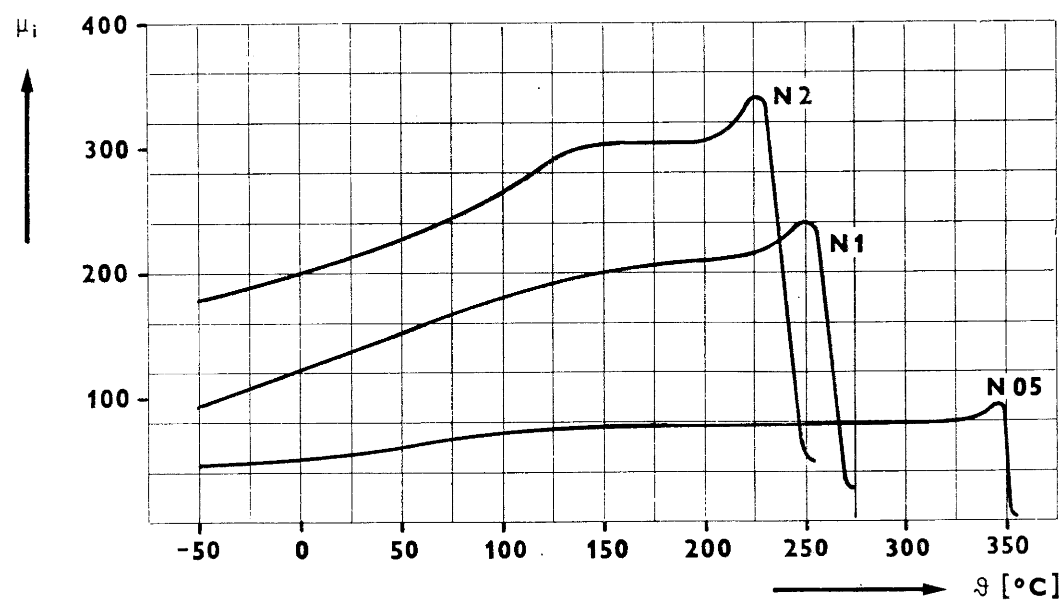


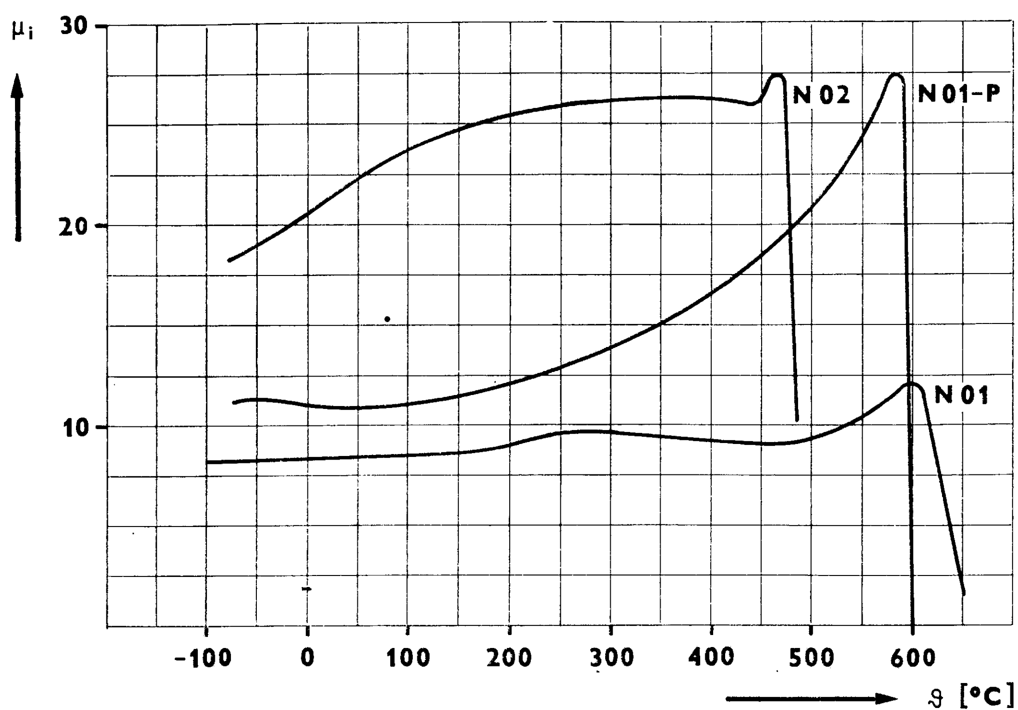


μ' ————
μ'' — — —

ZÁVISLOSTI POČÁTEČNÍ PERMEABILITY NA TEPLOTĚ

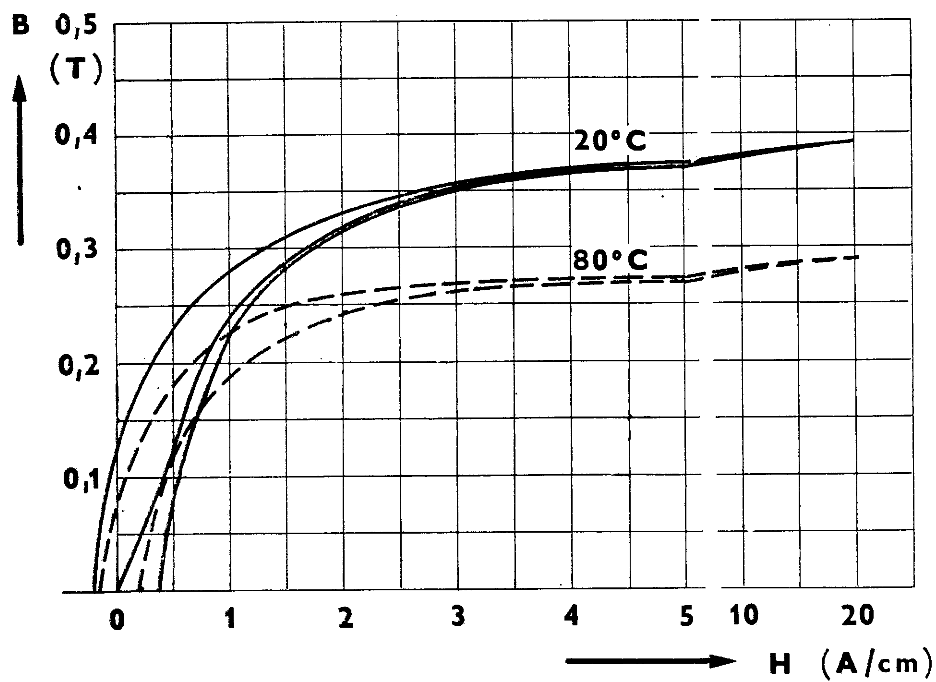




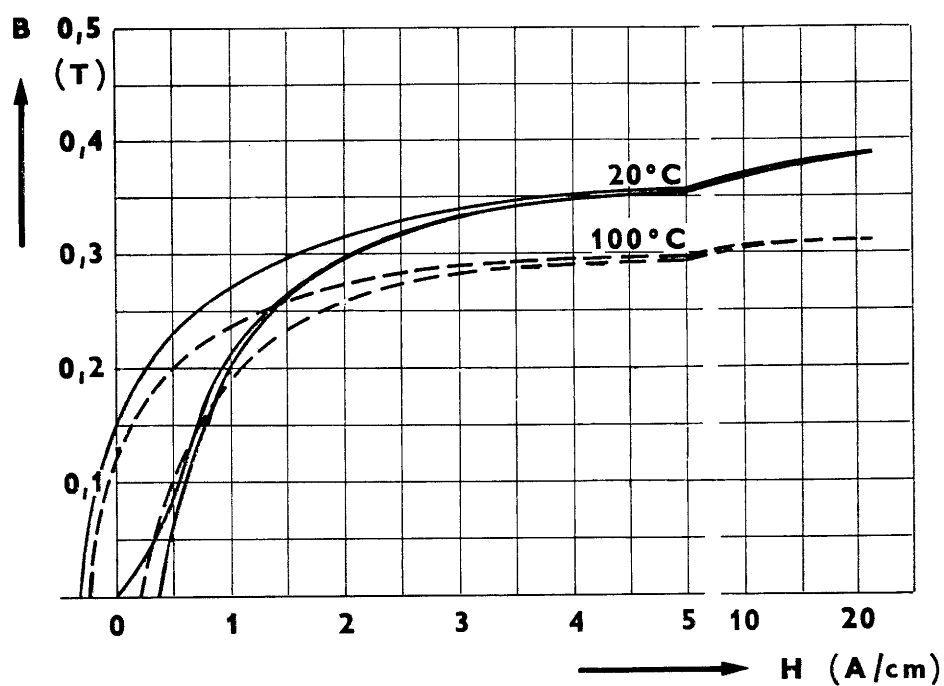


HYSTEREZNÍ KŘIVKY

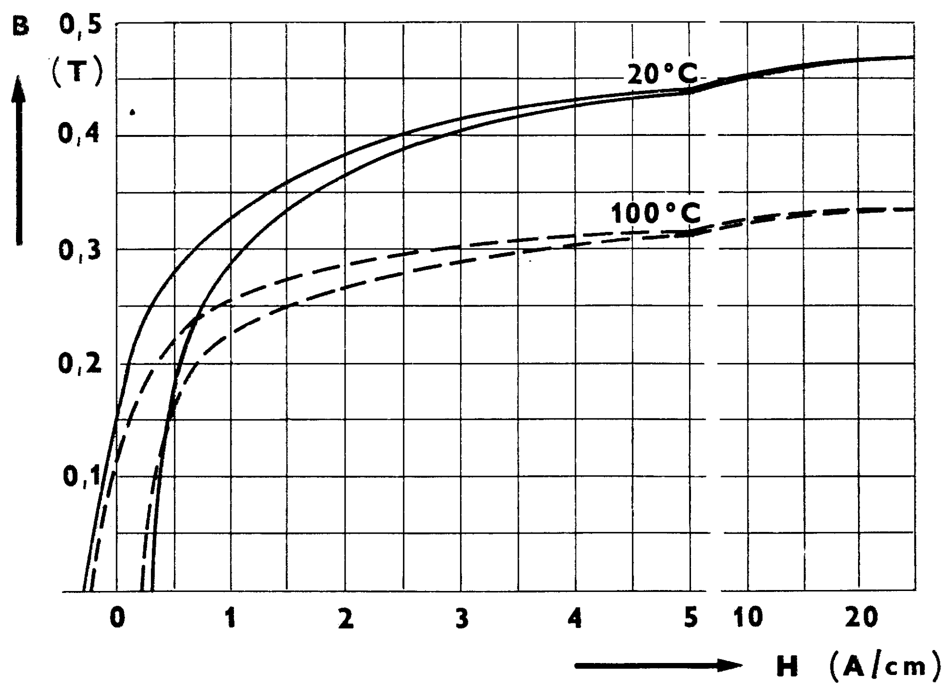
H 10



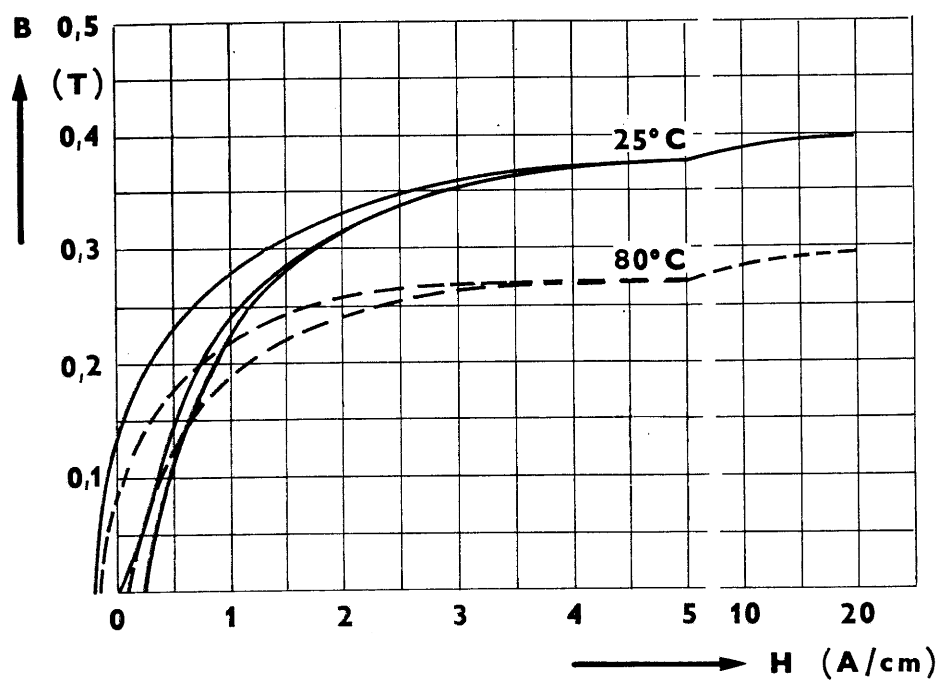
H 11


B
(T)
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
20°C
100°C
0
1
2
3
4
5
10
20
H (A/cm)

H 12

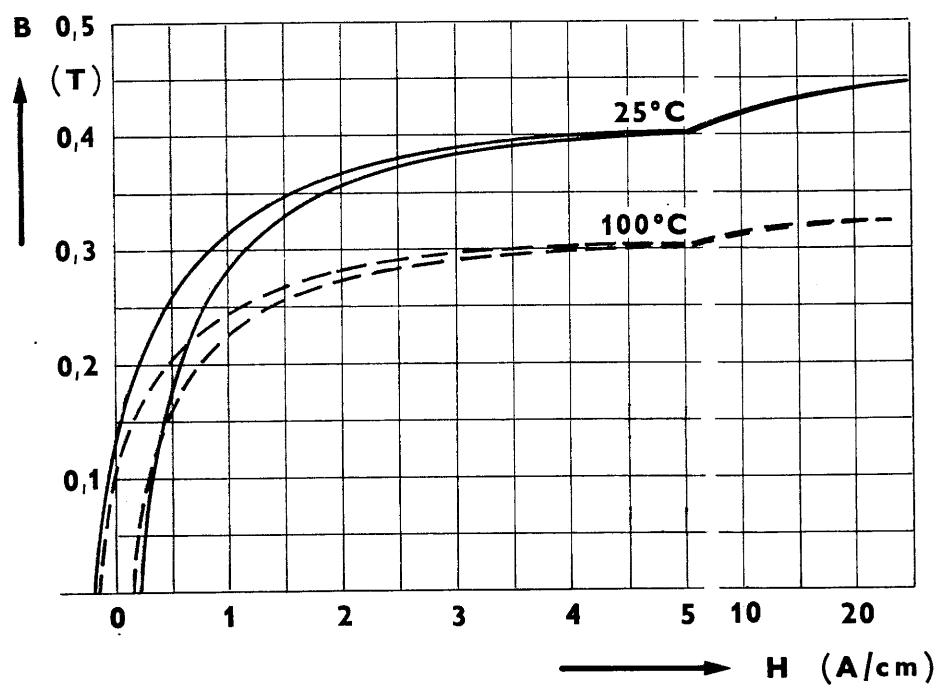

B
(T)
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
20°C
100°C
0
1
2
3
4
5
10
20
H (A/cm)

H 18



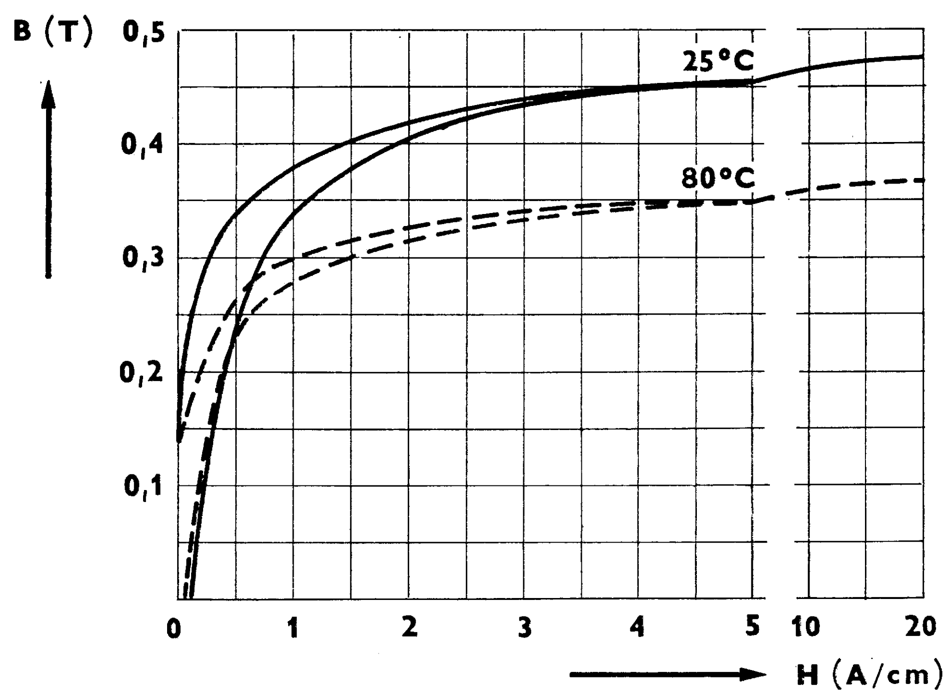
B 0,5
(T)
0,4
0,3
0,2
0,1
25°C
80°C
0
1
2
3
4
5
10
20
H (A/cm)

H 20

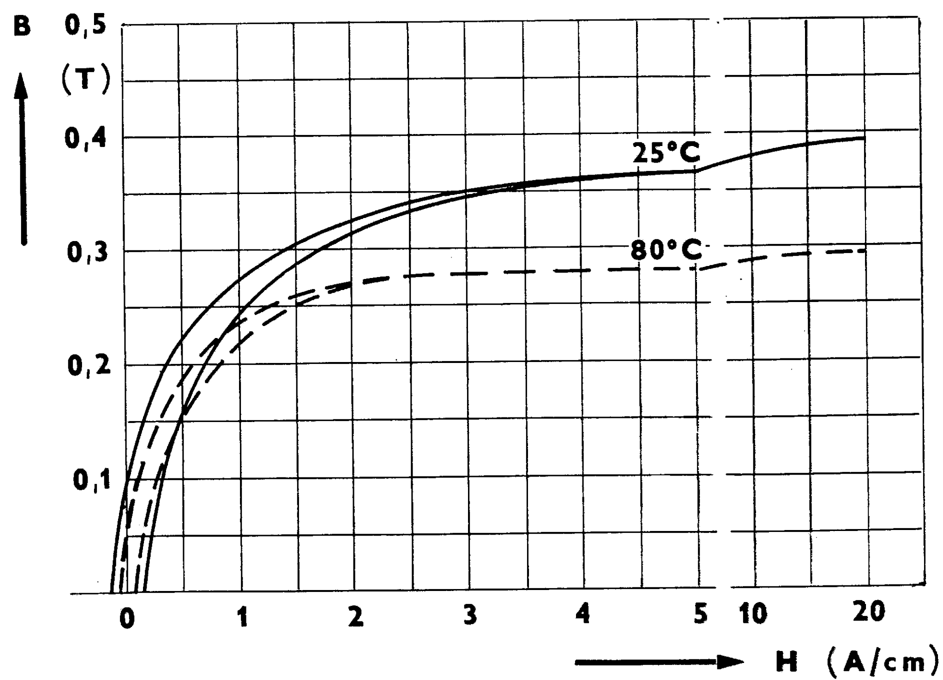


B 0,5
(T)
0,4
0,3
0,2
0,1
25°C
100°C
0
1
2
3
4
5
10
20
H (A/cm)

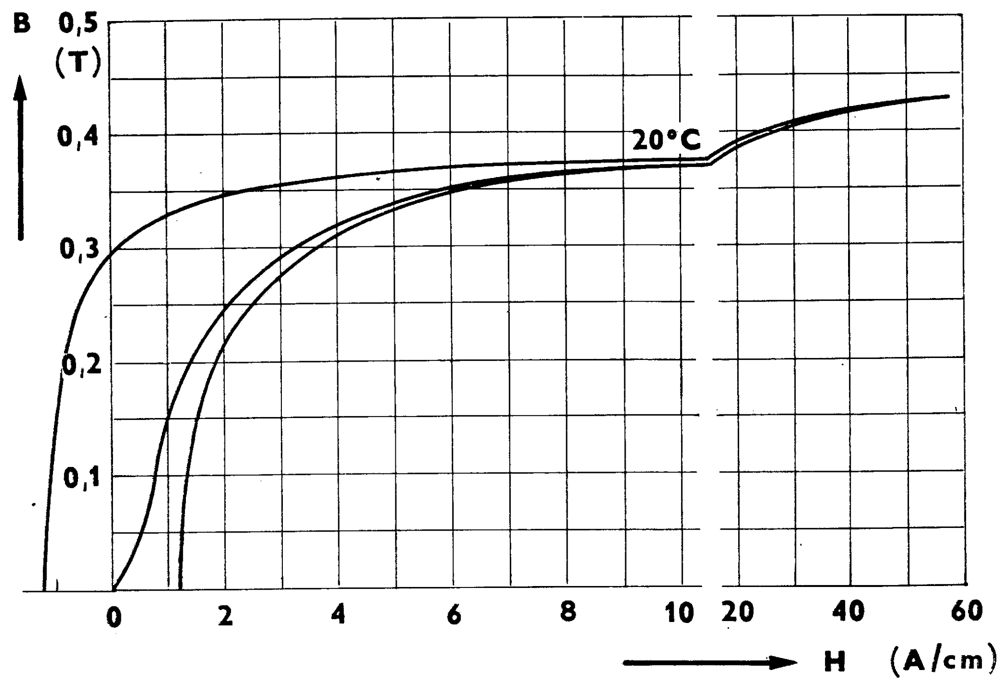
H 21


B (T)
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
25°C
80°C
0
1
2
3
4
5
10
20
H (A/cm)

H 22

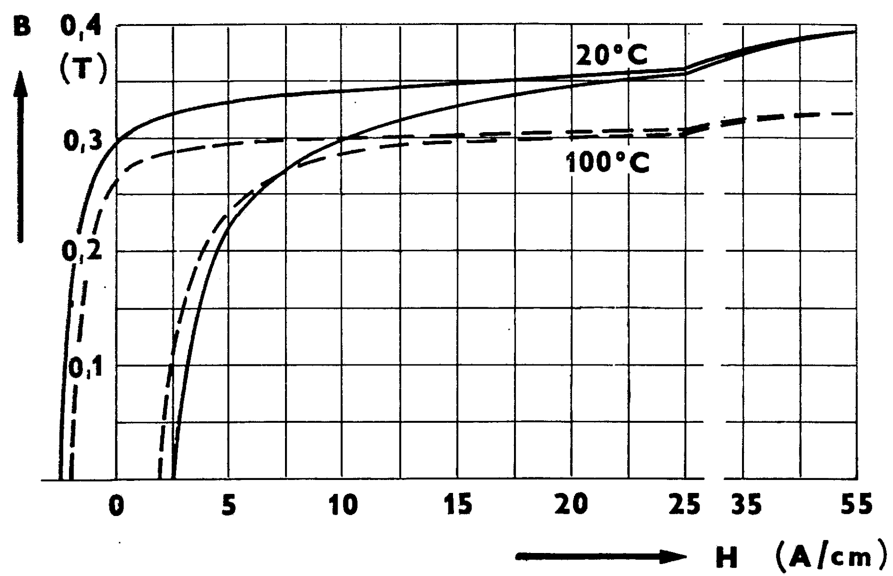

B
(T)
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
25°C
80°C
0
1
2
3
4
5
10
20
H (A/cm)

N 2



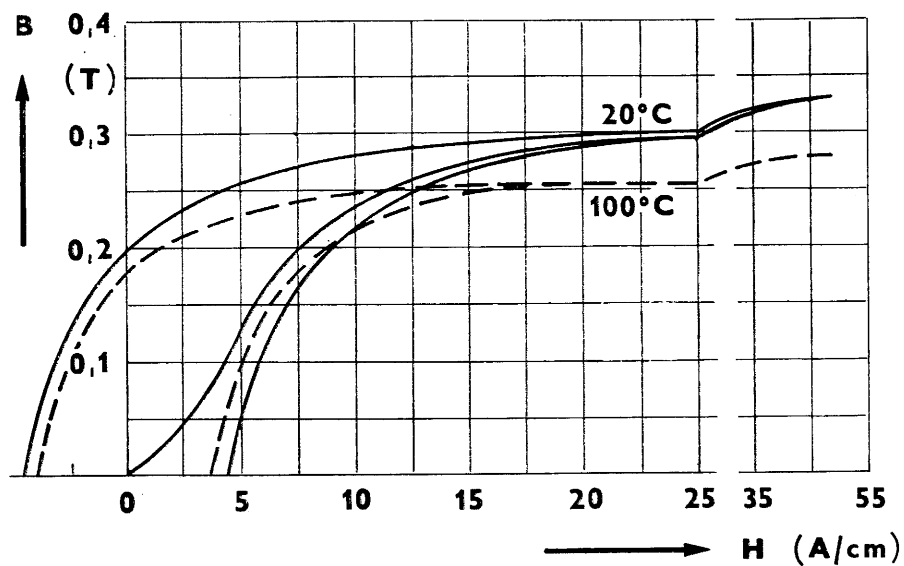
B
(T)
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
20°C
0
2
4
6
8
10
20
40
60
H (A/cm)

N 1

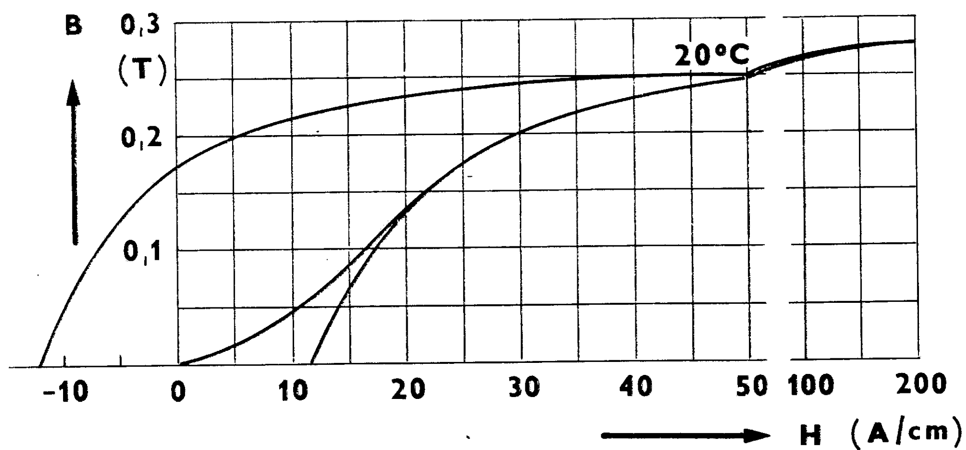


B
(T)
0,4
0,3
0,2
0,1
20°C
100°C
0
5
10
15
20
25
35
55
H (A/cm)

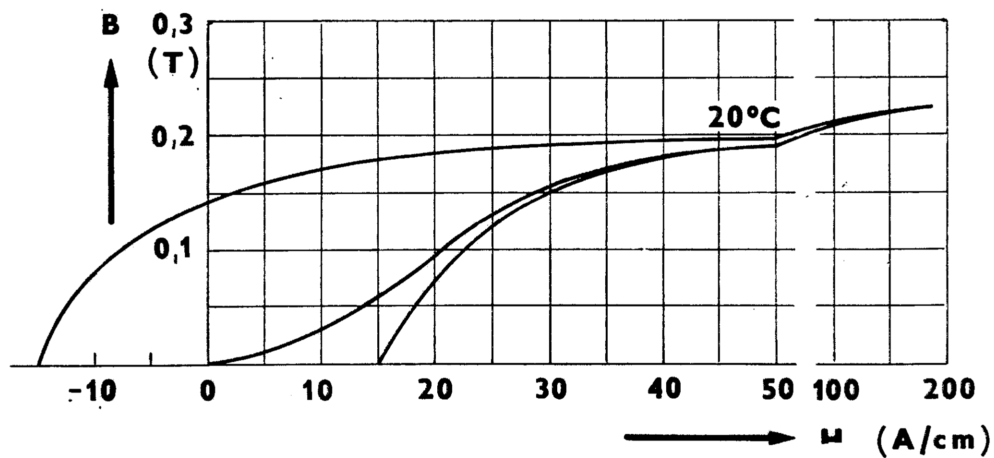
N 05


B
(T)
0,4
0,3
0,2
0,1
20°C
100°C
0
5
10
15
20
25
35
55
H (A/cm)

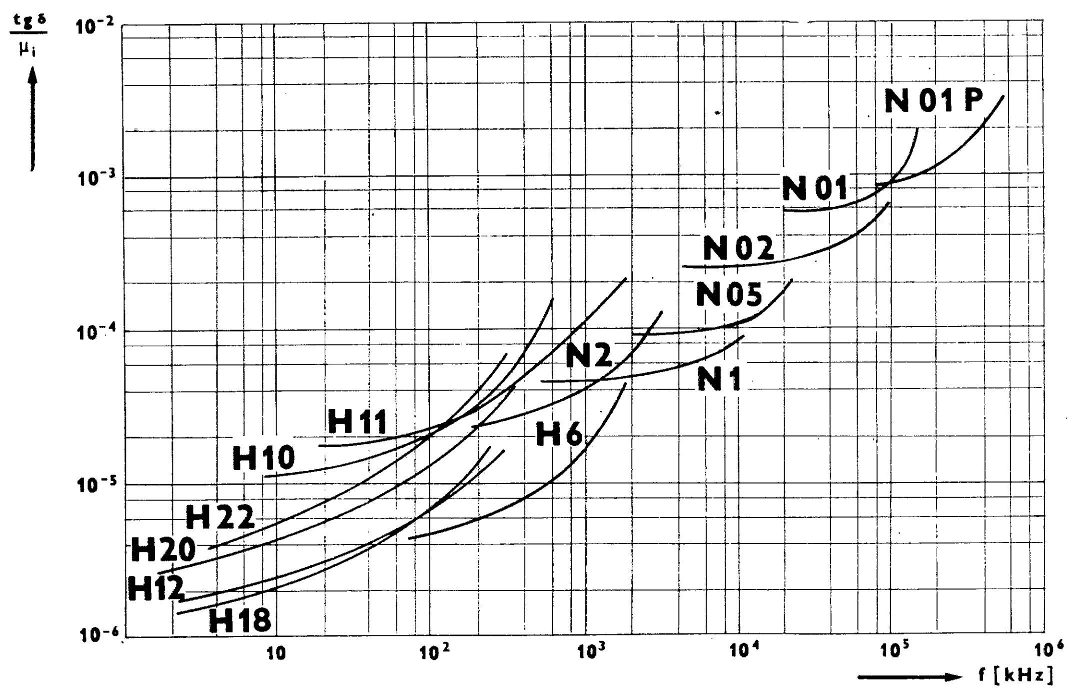
N 02


B
(T)
0,3
0,2
0,1
20°C
-10
0
10
20
30
40
50
100
200
H (A/cm)

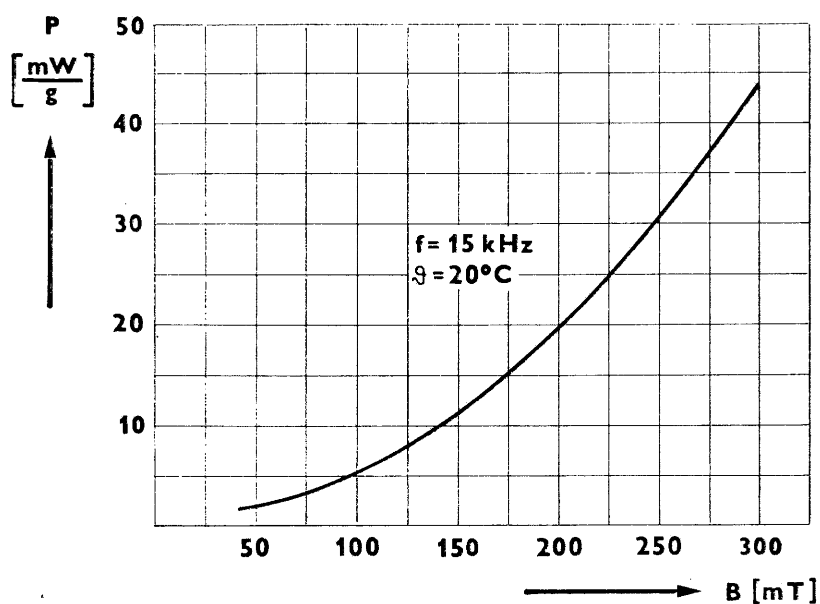
N 01

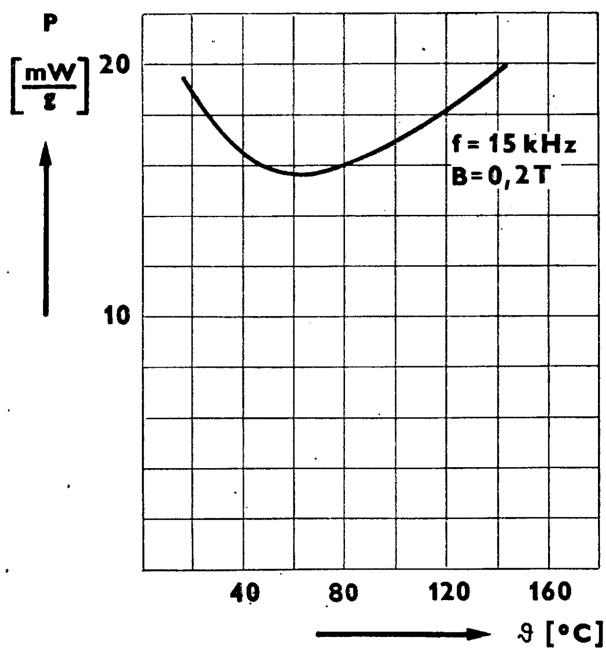


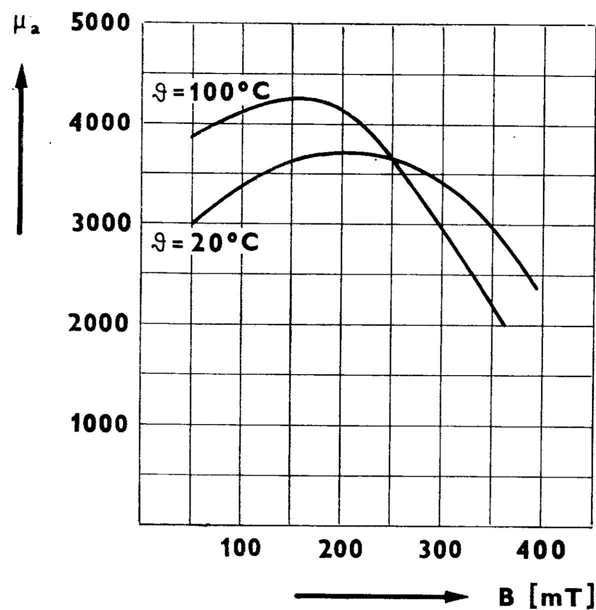
ZÁVISLOSTI MĚRNÉHO ZTRÁTOVÉHO ČINITELE NA KMITOČTU



ZÁVISLOSTI ZTRÁT NA INDUKCI A TEPLOTĚ A AMPLITUDOVÉ PERMEABILITY NA INDUKCI PRO MATERIÁL H 21.







TABULKA MATERIÁLŮ „FONOX"

Materiál FONOX			N 01	N 01 P	N 02	N 05	N 08 P	N 1	N 2	H 3R	H 6	H 7	H 10	H 11	H 12	H 18	H 20	H 21[2])	H 22	H 23[3])
Počáteční permeabilita	μ_i	–	8 ± 20 %	11 ± 20 %	20 ± 20 %	50 ± 20 %	80 ± 20 %	120 ± 20 %	200 ± 20 %	350 ± 25 %	600 ± 20 %	650 ± 20 %	1 300 ± 20 %	1 100 ± 20 %	1 200 + 30 % – 20 %	1 800 ± 20 %	2 000 ± 20 %	1 900 ± 20 %	2 200 ± 25 %	2 200 ± 20 %
Měrný ztrátový činitel při	$tg\delta/\mu_i$ f	10^{-6} MHz	< 1 000 100	< 1 250 200	< 400 50	< 200 20	< 150 12	< 150 10	< 80 1		< 30 1	< 45 1	< 20 0,1	< 29 0,1	< 10 0,1	< 15 0,1	< 22 0,1		< 8 0,02	< 8 0,1
Součinitel hysterézních ztrát materiálu	ηB f	$10^{-6} mT^{-1}$ kHz					< 36 20				< 1,8 20	< 1,8 20	< 4,9 20		< 1,5 20				< 3,7 4	< 0,9 20
Měrný teplotní činitel v rozsahu teplot 20÷60 °C	$TK\mu_s$	$10^{-6}K^{-1}$	< 260	0÷80	< 180	< 100	1÷6	< 50	< 40		0,5÷3,5		< 4	< 6	0÷3	< 2,5	< 4,5		< 2	0,6÷1,8
Indukce při	B H	T $A m^{-1}$	0,2 10 000		0,27 8 000	0,3 5 000		0,35 5 000	0,4 5 000		0,39 1 000	0,43 1 000	0,36 1 000	0,36 1 000	0,42 1 000	0,36 1 000	0,4 1 000	0,47 1 000	0,36 1 000	0,42 1 000
Koercivita	H_c	$A m^{-1}$	1 500	1 500[1])	1 200	450	120[1])	250	120		90	70	30	30	30	20	20	20	20	20
Curieův bod	θC	°C	> 550	> 500	> 450	> 350	> 350	> 260	> 200	> 150	> 220	> 200	> 90	> 160	> 160	> 90	> 140	> 200	> 90	> 150
Rezistivita	ρ	Ωm	10^5	10^4	10^3	10^2	10^4	10^2	10^2	10^5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hustota	γ	$kg m^{-3}$	4 400	4 300	4 300	4 600	4 300	4 700	4 700	4 400	4 400	4 400	4 800	4 800	4 800	4 800	4 800	4 800	4 800	4 700
Rozměry měrného toroidu	$\varnothing d_1 \times \varnothing d_2 \times h$	mm	30×20×4	30×20×4	30×20×4	30×20×4	30×20×4	30×20×4	30×20×4	46×24×12	30×20×4	30×20×4	46×24×12	46×24×12	30×20×4	30×20×4	30×20×4	46×24×12	30×20×4	30×20×4
Vyráběné tvary			závitová jádra toroidy	závitová jádra	závitová jádra toroidy	závitová jádra	hrníčková jádra	tyčinky, závitová jádra, toroidy, jádra pro MF	antény	vychylovací jádra	hrníčková jádra, toroidy	závitová jádra, antény	závitová jádra, E-jádra	vychylovací jádra, tyčinky, trubičky	hrníčková jádra, X-jádra, RM-jádra,	dolaďovací jádra,	U-jádra E-jádra, toroidy	U-jádra, EC-jádra, E-jádra	hrníčková jádra, E-jádra, X-jádra	hrníčková jádra, RM-jádra

[1]) Rozumí se otevírací intenzita magnetického pole
[2]) Další parametry jsou zaručovány na tvarech
[3]) Zaručuje se také desakomodace DF < 5.10^{-6} při ϑ = 20 °C

DOPORUČENÉ POUŽITÍ MAGNETICKY MĚKKÝCH FERITŮ

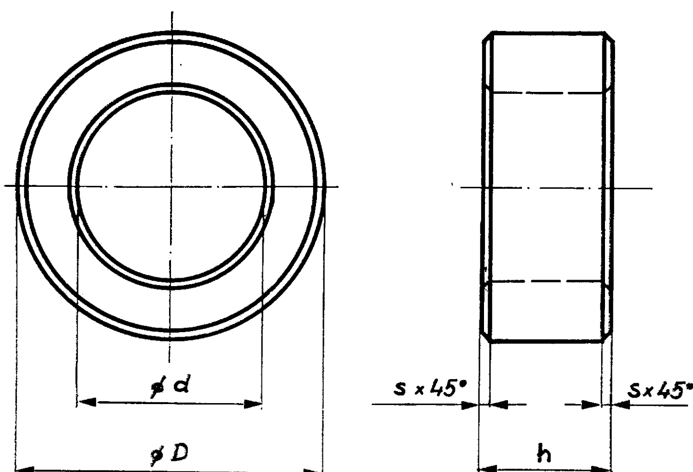
Použití pro	Kmitočtový rozsah (MHz)	Indukce malá (cca do 0,01 T)	Indukce velká	Feritový materiál	Tvar
Cívky vysoké kvality s uzavřeným magnetickým obvodem pro filtry a laděné obvody	do 0,1 do 0,3 0,2—1,6	● ● ●		H22, H23 H12 H6	hrníčková jádra, RM jádra se vzduchovou mezerou
Cívky vysoké kvality pro filtry a ladicí obvody s polouzavřeným magnet. obvodem	do 0,6 0,2—2 1,5—5	● ● ●		H12 H7, N2 N1	zvonková jádra, rámečková jádra, závitová jádra
Cívky vysoké kvality pro filtry a ladicí obvody s otevřeným magnetickým obvodem	0,2—2 1,5—10 6—30 10—60 30—100 30—250	● ● ● ● ● ●		N2, H7 N1 N05 N02 N01 N01P	tyčinky, antény, závitová jádra, trubičky
Transformátory se speciálními požadavky	do 0,3	●		H10 H22 H23	E-jádra X-jádra RM-jádra, hrníčk. jádra
Širokopásmové transformátory	do 5 do 10 do 400 do 1 000	● ● ● ●		H22 H12, H6 N1 N01	E-jádra, hrníčk. jádra hrníčková jádra toroidy, dvouotvor. jádra dvouotvorová jádra
Transformátory pro vysoké výkony (např. střídače, řádkovací trafa, impulzní trafa apod.)	do 0,1 (impulzní provoz do 1)		● ● ● ●	H12 H20 H11 H21	hrníčková jádra U-jádra, E-jádra U, I-jádra U, EC-jádra, E-jádra
Tlumivky	do 500		●	N1, H20	tyčinky, toroidy
Jádra pro mazací hlavy	0,2		●	H18	C-jádra

KATALOGOVÁ ČÁST

FONOX

Toroidy

Používají se jako jádra indukčností, impulsních a širokopásmových transformátorů, tlumivek atd. Hrany výrobků jsou sraženy. Toroidy do Ø 10 mm mohou mít hrany zaobleny.



TYP	Ø D mm	Ø d mm	h mm	s mm	C_1 mm^{-1}	l_{ef} mm	S_{ef} mm^2	V_{ef} mm^3	hmotnost g ~
T 2,5	2,5±0,15	1,5±0,15	1±0,15	–	12,3	6,02	0,49	2,94	0,015
T 4	4±0,15	2,4±0,15	1,6±0,10	0,15	7,69	9,63	1,25	12,1	0,07
T 6,3	6,3±0,2	3,8±0,15	2,5±0,12	0,2	4,97	15,2	3,06	46,5	0,3
T 10	10±0,3	6±0,2	4±0,15	0,3	3,08	24,1	7,83	188	1
T 16	16±0,5	10±0,3	6,3±0,2	0,4	2,12	39,4	18,6	731	3,8
T 25	25±0,75	15±0,45	10±0,3	0,5	1,23	60,2	48,9	2 945	15
T 32	32±1	20±0,6	13±0,4	0,5	1,03	78,7	76,6	6 029	30
T 40	40±1,2	24±0,7	16±0,45	0,5	0,769	96,3	125	12 051	60
T 50	50±1,5	30±0,9	20±0,6	0,5	0,615	120	196	23 592	120

Vyráběné typy:

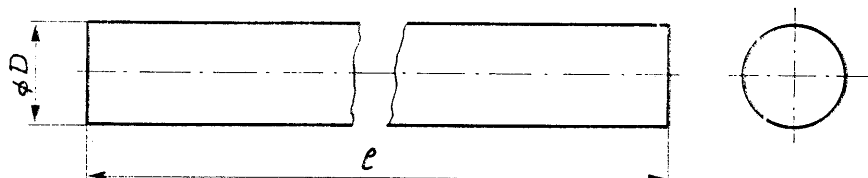
Typ	Materiál	A_L ±25% (nH)	Objednací číslo JK
T 2,5	H20	>150	205516 200002
T 4	N01	1,4	205531 200003¹)
	N02	3,5	205532 200003¹)
	N1	19	205534 200003
	H6	92	205511 200003
	H20	306	205516 200003
T 6,3	N01	2	205531 200004²)
	N02	5	205532 200004²)
	N1	30	205534 200004
	H6	150	205511 200004
	H12	300	205513 200004
	H20	500	205516 200004

Typ	Materiál	A_L ±25% (nH)	Objednací číslo JK
T 10	N1	48	205534 200005
	H6	245	205511 200005
	H20	820	205516 200005
T 16	N1	70	205534 200103*
	H20	1 200	205516 200103
T 25	N1	120	205534 200203*
	H20	2 040	205516 200203
T 32	H20	2 440	205516 200300*
T 40	N1	200	205534 200301
	H20	3 300	205516 200301
T 50	H20	4 100	205516 200303

¹) Z technických důvodů se vyrábí Ø 4,5 / Ø 2,6 se změnou objednacího čísla na 7.—12. místě JK 300010*

²) Z technických důvodů se vyrábí Ø 6,8 / Ø 4,1 se změnou objednacího čísla na 7.—12. místě JK 300011*

Feritové antény



Používají se jako jádra anténních obvodů rozhlasových přijímačů v pásmu středních a dlouhých vln. Vyznačují se nízkými ztrátami a mají směrové vlastnosti.

Zaručuje se činitel jakosti Q při f = 1MHz a cívková permeabilita v dané měrné cívce.

Prohnutí antény musí být menší než 1,5 % délky.

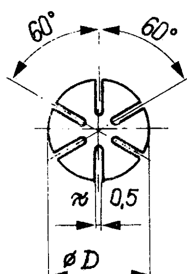
Antény se vyrábějí z materiálu N2.

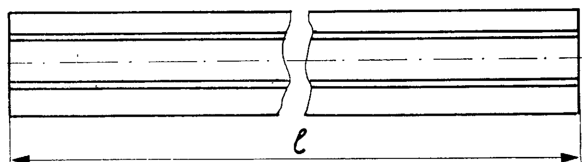
Vyráběné typy:

⌀ D (mm)	l (mm)	motn. (g)	Objednací číslo JK
$8^{+0,3}_{-0,4}$	50—2,0	10,5	**205535 301007**
	55—2,0	11,5	205535 301000
	100±3,0	21	205535 301001
	120±3,0	25	205535 301002
	140±4,0	29,5	205535 301003
	160±7,0	34	205535 301004
$10^{+0,1}_{-0,6}$	120±3,0	37	205535 301008
	140±4,0	44	205535 301005
	160±5,0	50	205535 301006

FONOX

Feritové antény drážkované



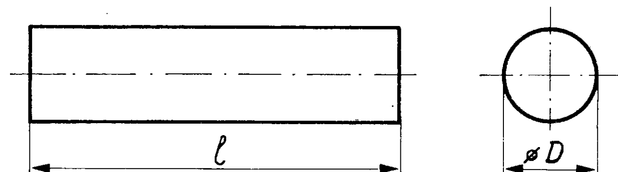


Používají se jako jádra anténních rozhlasových přijímačů v pásmu středních a dlouhých vln. Vyznačují se směrovými vlastnostmi. Podélné drážky zvětšují povrch tyče a tím také povrchový odpor, což má za následek zvýšení činitele jakosti. Zaručuje se cívková permeabilita a Q při f = 1MHz.

Antény se vyrábějí z materiálu H 7.

Vyráběné typy:

∅ D (mm)	l (mm)	Hmotn. (g)	Objednací číslo JK
8—0,5	60±1,5	12	205525 301104
	80±2	16	205525 301105
	100±3	20	205525 301106
	125±3,5	25	205525 301107
	140±4	28	205525 301108
	160±4,5	32	205525 301109
	180±5	36	205525 301110
	200±6	40	205525 301111
10—0,6	80±2	24	205525 301112
	100±3	30	205525 310113
	125±3,5	38	205525 301114
	140±4	42	205525 301115
	160±4,5	48	205525 301116
	180±5	54	205525 301118
	200±6	60	205525 301117



Používají se jako jádra laděných obvodů, tlumivek, transformátorů atd. Z elektromagnetických parametrů se zaručuje cívková permeabilita a činitel jakosti v dané cívce.

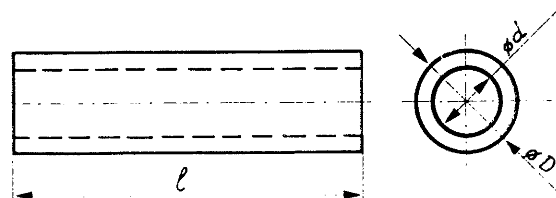
Vyráběné typy:

⌀ D (mm)	l (mm)	Materiál	Hmotn. (g)	Objednací číslo JK
1±0,2	5−0,5	H 11	0,032	205512 302000
1±0,2	8−0,5	H 11	0,05	205512 302001
1,6±0,3	10−0,6	H 11	0,08	205512 302002
1,6−0,3	16−1	H 11	0,128	205512 302003
1,6±0,15	$16^{+1}_{-0,5}$	N 1	0,14	205534 302015
1,6±0,15	8±0,5	N 1	0,07	205534 302016
1,6±0,15	10±0,5	N 1	0,085	205534 302019
1,6±0,15	12+0,5	N 1	0,1	205534 302020
$2^{+0,1}_{-0,05}$	4,5±0,3	N 05	0,056	205533 302004
$2^{+0,1}_{-0,05}$	4,5±0,3	N 02	0,056	205532 302004
2±0,2	16+1	H 11	0,2	205512 302005
2+0,2	32±1	H 11	0,4	205512 302006
2,3−0,2	12±0,5	N 01 P	0,35	205536 302021
2,5−0,4	10−0,6	H 11	0,187	205512 302007
2,5±0,2	$16^{+1}_{-0,5}$	N 1	0,3	205534 302008
2,5−0,4	16−1	H 11	0,3	205512 302009
2,5−0,4	25−1,5	H 11	0,45	205512 302010
2,5−0,4	32−2	H 11	0,58	205512 302011
2,5−0,4	40−2,5	N 2	0,74	205535 302012
2,5−1,4	40−2,5	H 11	0,74	205512 302012
$2,8^{+0,1}_{-0,3}$	11±0,5	H 11	0,26	205512 302100
$2,8^{+0,1}_{-0,3}$	20±1	H 11	0,49	205512 302101

⌀ D (mm)	l (mm)	Materiál	Hmotn. (g)	Objednací číslo JK
$2,8^{+0,1}_{-0,3}$	38±1	H 11	0,92	205512 302102
4−0,4	10−0,6	H 11	0,45	205512 302103
4−0,4	16−1	H 11	0,7	205512 302104
4−0,4	25−1,5	H 11	1,1	205512 302105
4−0,4	32−2	H 11	1,4	205512 302106
4−0,4	40−2,5	H 11	1,7	205512 302107
4−0,3	40±0,5	N 2	1,6	205535 302116
4−0,4	20±1	N 2	0,85	205535 402121
4,8−0,5	27±1	H 11	1,7	205512 302200
5−0,1	25±1	H 11	2,2	205512 302207
5,4−0,1	25±0,5	N 2	2,5	205535 302209
6−0,4	25−1,5	H 11	2,6	205512 302202
6−0,4	32−2	H 11	3,3	205512 302203
6−0,4	40−2,5	H 11	4,3	205512 302204
6−0,4	50−3	H 11	4,9	205512 302205
6−0,4	63−3,5	H 11	6,3	205512 302206
8−0,5	25−1,5	H 11	5	205512 302301
8−0,5	32−2	H 11	6,3	205512 302302
8−0,5	40−2,5	H 11	7,8	205512 302303
8−0,5	50−3	H 11	9,8	205512 302304
8−0,5	63−3,5	H 11	12	205512 302305

FONOX

Trubičky



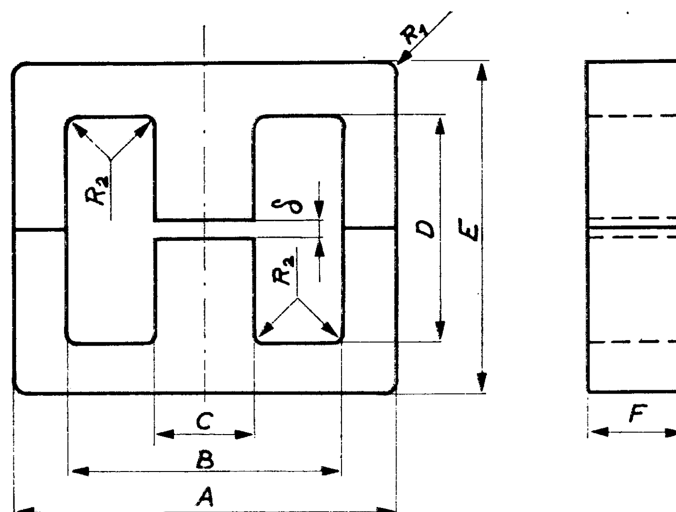
Používají se jako jádra všeho druhu. Z elektromagnetických parametrů se zaručuje cívková permeabilita a činitel jakosti v dané měrné cívce.

Vyráběné typy:

∅ D (mm)	∅ d (mm)	l (mm)	Materiál	Hmotnost (g)	Objednací číslo JK
$3{,}5\ ^{+0,1}_{-0,4}$	1,3±0,2	5±0,5	H 18	0,15	205515 302500
3,5±0,15	1,5±0,15	3±0,15	H 12	0,1	205513 402506
4—0,4	2+0,4	7—0,5	H 11	0,3	205512 302501
4—0,4	2+0,4	7—0,5	H 18	0,3	205515 302501
4—0,4	2+0,4	7—0,5	N 02	0,25	205532 302501
4—0,4	2+0,4	7—0,5	N 2	0,25	205535 302501
4—0,05	min. 2	15,7—1	H 18	0,5	205515 302503
4,9±0,005	$2\ ^{+0,4}_{-0,1}$	20—1	H 11	1,8	205512 402505
6—0,4	2+0,4	10—0,6	H 11	1	205512 302600
6—0,4	2+0,4	20—1	H 11	1,8	205512 302601
6—0,4	2+0,4	25—1,5	H 11	2,2	205512 302602
6—0,4	2+0,4	32—2	H 11	3	205512 302603
6—0,4	2+0,4	50—3	H 11	4,5	205512 302604
6—0,4	2+0,4	63—3,5	H 11	5,5	205512 302605
7±0,25	4,4±0,2	12±0,6	N 1	1,1	205534 402612
8—0,5	3+0,4	32—2	H 11	5,5	205512 302606
8—0,5	3+0,4	50—3	H 11	9	205512 302607
8—0,5	3+0,4	64—4	H 11	11	205512 302608
10—0,6	4+0,5	50—4	H 11	13,9	205512 302700
10—0,6	4+0,5	63—4	H 11	17,5	205512 302701
10—0,6	4+0,5	80—5	H 11	22,4	205512 302702
13—1	4+1	50±2	N 2	22	205535 302806
16—1	8+1	50—3	H 11	26	205512 302800
16—1	8+1	63—4	H 11	32	205512 302801
20±0,5	6+1	30±2	N 2	40	205535 302802
25±0,5	6+1	30±2	N 2	60	205535 302803
30±0,5	6+1	30±2	N 2	85	205535 302804

fonox

E-jádra



Feritová E-jádra se používají jako jádra transformátorů, měničů, tlumivek atd. Kompletní jádro se skládá ze dvou E-jader, která jsou na stykových plochách broušena. Pro obvody, kde je nutná teplotní stabilizace nebo stejnosměrné sycení se používají jádra se vzduchovou mezerou. Tato vzniká zbroušením středního sloupku a jádra jsou párována tak, aby odpovídala hodnotě A_L konstanty. Jádra se vyrábějí z materiálů H 10, H 22, H 20 a pro výkonové použití z hmohy H 21.

Rozměry v mm

Typ	A	B_{min}	C	D_{min}	E	F	R_1	R_2
E 12,2	12,2±0,4	8,9	3—0,3	7,4	11,5—0,6	3—0,4	1	0,3
E 20	20±0,6	15	5—0,3	11,4	17,2—0,8	4,8—0,4	1,5	0,4
E 25	25±0,75	18,8	6—0,4	14	21,3—1	5,8—0,4	2	0,4
E 32/7,8	32±1	23,6	8—0,5	17,2	26,2—1,2	7,8—0,5	2,5	0,5
E 32/12	32±1	23,6	8—0,5	17,2	26,2—1,2	12—0,7	2,5	0,5
E 42/15	42±1,25	29,5	12—0,7	29	42,6—1,5	15—0,9	2,5	0,5
E 42/20	$42^{+1}_{-0,7}$	29,5	12,2—0,5	29,6	42,4—0,8	20—1	2,5	0,5
E 55	55,2±1,45	37,5	17—0,9	38	57,0—1,7	21—1	2,5	0,5
E 65	65,4±1,6	44,2	20—1	45	66,6—2	27,4—1,2	3	0,5

Údaje pro výpočty:

Typ	l_{ef} (mm)	S_{ef} (mm²)	V_{ef} (mm³)	C_1 (mm⁻¹)	Hmotnost (g)
E 12,2	26	10,5	274	3,131	1,2
E 20	40,7	26,6	1 082	1,797	5,6
E 25	56,9	33,2	1 894	1,716	9,6
E 32/7,8	71,6	60	4 296	1,196	20
E 32/12	71,6	90	6 444	0,798	30
E 42/15	95,2	171,9	16 360	0,553	93
E 42/20	97	240	23 280		120
E 55	122,3	343	41 950	0,356	227
E 65	147	531	78 060	0,276	410

Vyráběné typy:

Materiál: H 10

Typ	A_L (nH)	~δ (mm)	Objednací číslo JK
E 12,2	220±25 %	—	205514 203000
E 20	520±25 %	—	205514 203050
E 25	650±25 %	—	205514 203100
	175±15 %	0,15	205514 203101
	150±15 %	0,20	205514 203102
	100±15 %	0,40	205514 203103
E 32/7,8	1 100±25 %	—	205514 203150
	350±15 %	0,15	205514 203151
	285±15 %	0,20	205514 203152
	175±15 %	0,50	205514 203153
	250±15 %	0,30	205514 203154
	200±15 %	0,40	205514 203155
E 42/15	2 800±25 %	—	205514 203250
	750±15 %	0,20	205514 203251
	450±15 %	0,50	205514 203252
	250±15 %	1,00	205514 203253
E 55	4 000±25 %	—	205514 203300
	1 500±15 %	0,20	205514 203301
	1 400±15 %	0,25	205514 203302
	850±15 %	0,50	205514 203303

Materiál: H 20

Typ	A_L (nH)	~δ (mm)	Objednací číslo JK
E 20	900±25 %	—	205516 203050
	63±10 %	0,53	205516 203051
	100±15 %	0,3	205516 203052
	160±15 %	0,15	205516 203053
	250±20 %	0,08	205516 203054
	400±20 %	0,03	205516 203055
E 32/7,8	1 800±25 %	—	205516 203150
	100±10 %	1,00	205516 203156
	160±10 %	0,50	205516 203157
	250±15 %	0,28	205516 203158
	400±20 %	0,14	205516 203159
	630±20 %	0,07	205516 203160
E 55	5 600±25 %	—	205516 203300

Materiál: H 22

Typ	A_L (nH)	~δ (mm)	Objednací číslo JK
E 12,2	480±25 %	—	205517 203000
E 20	1 000±25 %	—	205517 203050
	63±10 %	0,75	205517 203051
	100±15 %	0,35	205517 203052
	160±15 %	0,20	205517 203053
	250±20 %	0,10	205517 203054
	400±20 %	0,05	205517 203055
E 25	1 200±25 %	—	205517 203100
	100±10 %	0,75	205517 203104
	160±15 %	0,35	205517 203105
	250±20 %	0,17	205517 203106
	400±20 %	0,10	205517 203107
	630±20 %	0,05	205517 203108
E 32/7,8	2 000±25 %	—	205517 203150
	100±10 %	1,2	205517 203156
	160±10 %	0,6	205517 203157
	250±15 %	0,3	205517 203158
	400±20 %	0,15	205517 203159
	630±20 %	0,07	205517 203160
E 32/12	3 000±25 %	—	205517 203200
	160±10 %	0,90	205517 203201
	250±15 %	0,45	205517 203202
	400±20 %	0,22	205517 203203
	630±20 %	0,14	205517 203204
	1 000±20 %	0,07	205517 203205
E 42/15	4 000±25 %	—	205517 203250
	250±10 %	1,2	205517 203254
	400±10 %	0,6	205517 203255
	630±15 %	0,35	205517 203256
	1 000±20 %	0,16	205517 203257
	1 600±20 %	0,10	205517 203258
E 55	6 500±25 %	—	205517 203300
	250±10 %	2,00	205517 203304
	400±10 %	1,2	205517 203305
	630±15 %	0,6	205517 203306
	1 000±15 %	0,3	205517 203307
	1 600±20 %	0,2	205517 203308
	2 500±20 %	0,1	205517 203309
E 65	9 000±25 %	—	205517 203350
	400±10 %	1,8	205517 203351
	630±10 %	1,2	205517 203352
	1 000±15 %	0,6	205517 203353
	1 600±15 %	0,3	205517 203354
	2 500±20 %	0,2	205517 203355
	4 000±20 %	0,1	205517 203356

Materiál: H 21

Typ	B_a (mT) při H = 250 A/m f ≦ 5 kHz ϑ=100±5°C	P_c (W) při B = 200 mT f = 15 kHz ϑ=100±5°C	Objednací číslo JK
E 42/15	≧ 310	≦ 2,0	205521 203250
E 42/20	≧ 310	≦ 2,5	205521 309026
E 55	≧ 310	≦ 4,8	205521 203300

Pozn.: U typu E 42/20 je navíc zaručována hodnota P_c ≦ 3W při ϑ = 23 ± 5 °C.

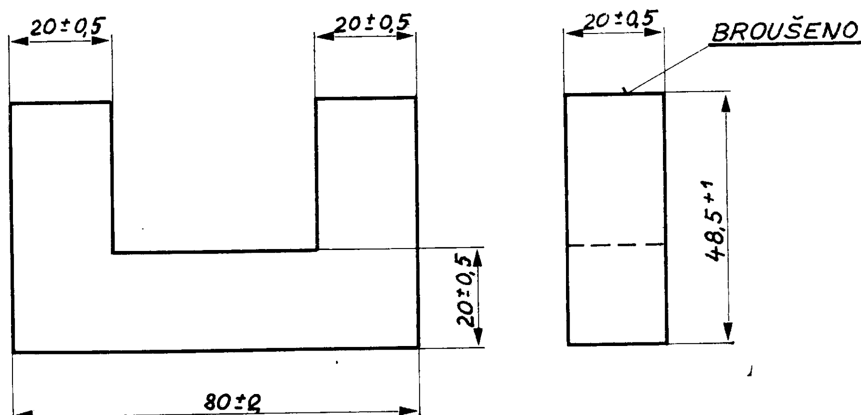
U-jádra

Používají se jako jádra pro transformátory, měniče a všude tam, kde nevyhovují kovové magnetické materiály. Vyznačují se vysokou hodnotou permeability a nízkými ztrátami. Jádra s kruhovým průřezem se používají pro vn transformátory televizních přijímačů.

Vyráběné typy:

Materiál: H 11

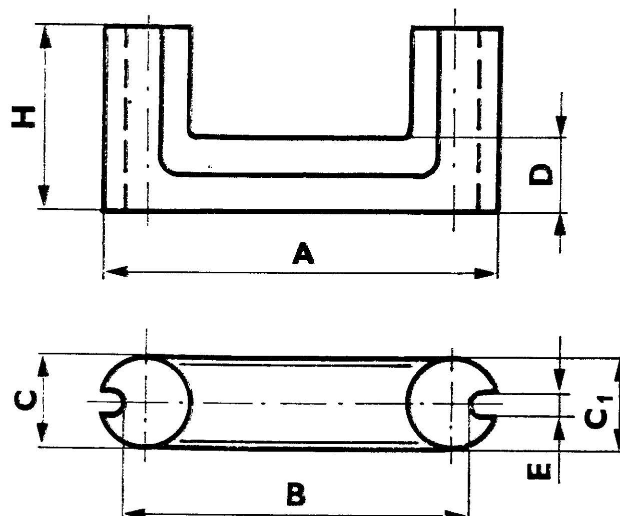
Hmotnost: 265 g
Objednací číslo JK: 205512 404006
Pozn.: Připravuje se výroba z hmoty H 21



Fonox

U-jádra

Materiál: H 21



Rozměry v mm

Typ	A	B	C	C_1	D_{max}	E	H	Objednací číslo JK
U 52	52	46,1±0,8	11,15±0,25		9,8	3,25	23,7	205521 304111
U 57	57,8	49,8±1	15,5±0,5	15,9±0,5	12,8	4,7	28,4	205521 304109
U 59	59	50,5±1	17±0,5		14,2	4,5	35,8	205521 304110

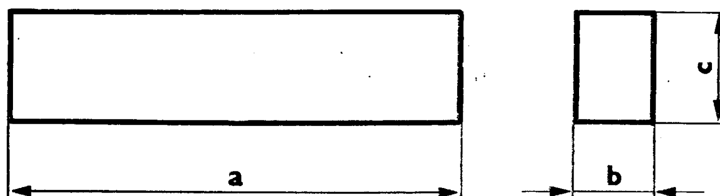
Elektromagnetické hodnoty a údaje pro výpočty (platí pro pár)

Typ	B_a (mT) při H = 250 A/m f ≦ 15 kHz ϑ = 100±5 °C	P_c (W) při B = 200 mT f = 15 kHz ϑ = 23±5 °C	P_c (W) při B = 200 mT f = 15 kHz ϑ = 100±5 °C	S_{ef} (mm²)	l_{ef} (mm)	Hmotnost (g)
U 52	≧ 310	≦ 1,7	≦ 1,55	93	148	70
U 57	≧ 310	≦ 3,3	≦ 3,05	170	163	145
U 59	≧ 310	≦ 4,8	≦ 4,4	210	189	200

FONOX

I-jádra

Mohou se použít pro otevřené obvody nebo v kombinaci s U-jádry pro uzavřené obvody vf transformátorů.



Vyráběné typy:

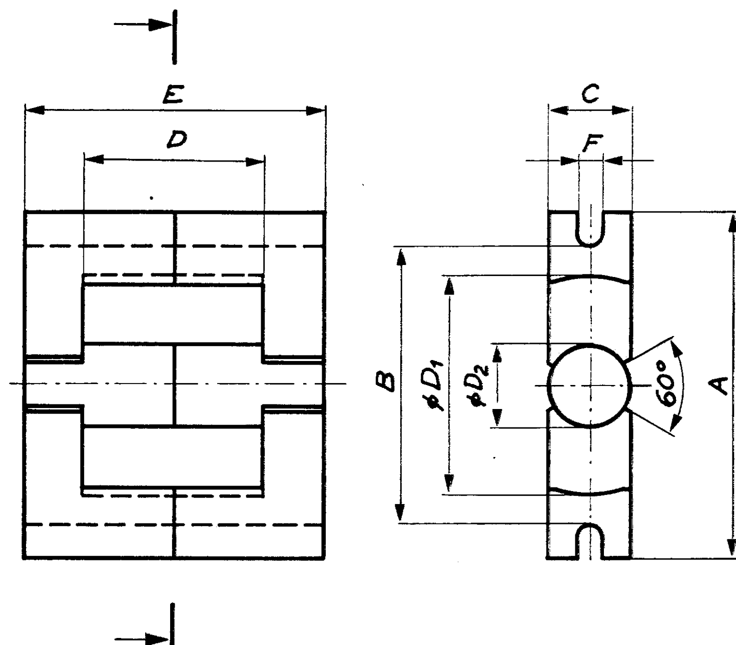
Rozměry v mm

a	b	c	Materiál	Hmotnost (g)	Broušeno	Objednací číslo JK
50±0,2	20±0,5	20±0,5	H 11	96	Obě plochy bxc	205512 404210*
80±2	20±0,5	20±0,5	H 21	153	Jedna plocha axb	205521 404214*
50+3	20±0,5	20±0,5	H 11	98	—	205512 404215*
50+3	20±0,5	10±0,5	H 11	49	—	205512 404216*
120±2	20±0,6	30±0,9	H 11	345	—	205512 404217*
80±1,5	20±0,6	30±0,9	H 11	230	—	205512 404218*
120±2	20±0,6	30±0,9	H 11	345	Jedna plocha axb	205512 409032
80—0,2	20±0,6	30±0,9	H 11	230	Obě plochy bxc	205512 409033

FONOX

EC-jádra

Výroba EC-jader je zavedena pro použití ve spínaných zdrojích a měničích z materiálu H 21. Na rozdíl od E-jader umožňuje střední sloupek použití kostřiček s kruhovým průřezem.



Vyráběné typy:

Rozměry v mm

Typ	A	B	ØD₁	ØD₂	C	D	E	F	Objednací č. JK
EC 35	35,3−1,6	27,7+1,6	22,2+1,1	9,8−0,6	9,8−0,6	23,8+1,4	34,9−0,6	2,5+0,5	205521 204400
EC 52	53,5−2,6	42,7+2,6	32,1+1,8	13,75−0,7	13,75−0,7	31,0+1,6	48,7−0,6	3,5+0,5	205521 204450
EC 70	71,7−3,4	57,9+3,4	43,3+2,4	16,8−0,8	16,8−0,8	44,6+1,8	69,3−0,6	4,5+0,5	205521 204475

Údaje pro výpočty:

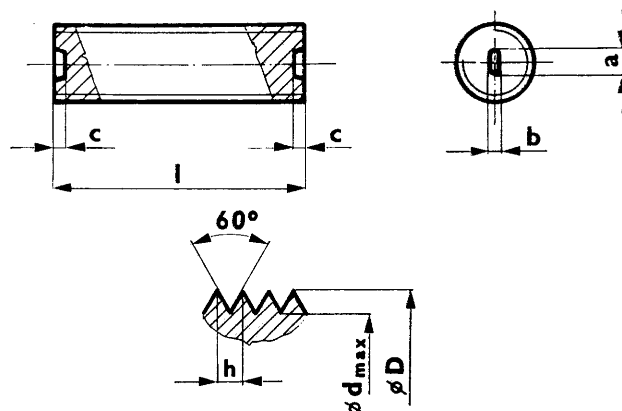
Typ	l_{ef} (mm)	S_{ef} (mm)	S_{CPmin} (mm²)	Hmotnost (g)
EC 35	77,4	84,3	66,5	36
EC 52	105	180	133,8	108
EC 70	144	279	201	252

Elektromagnetické hodnoty:

Typ	B_a (mT) při H = 250 A/m, f ≦ 15 kHz, ϑ = 100±5 °C	P_c (W) při B = 200 mT, f = 15 kHz, ϑ = 23±5 °C	P_c (W) při B = 200 mT, f = 15 kHz, ϑ = 100±5 °C	Objednací číslo JK
EC 35	≧ 310	≦ 0,95	≦ 0,8	205521 204400
EC 52	≧ 310	≦ 2,9	≦ 2,5	205521 204450
EC 70	≧ 310	≦ 6,5	≦ 5,5	205521 204475

Závitová jádra

Používají se pro dolaďování miniaturních indukčností všeho druhu. Rozměry závitů odpovídají doporučení IEC. Jádra se vyrábějí s oboustrannou drážkou pro šroubovák. Zaručuje se cívková permeabilita a minimální hodnota činitele jakosti v měrné cívce.



Vyráběné typy:

Rozměry v mm

∅D	∅d max	h	a	b	c	l	Materiál	Hmotnost (g)	Objednací číslo JK
2,8—0,1	2,5	0,5	1,2	0,5	0,5	5±0,5	N 01 P	0,12	205536 304510*
						6±0,5	N 01	0,15	205531 304507
						8±0,5	H 7	0,2	205525 304501
3,25—01	2,8	0,5	1,7	0,6	0,5	5±0,5	N 01	0,18	205531 304502
						5±0,5	N 02	0,18	205532 304502
						5±0,5	N 01 P	0,18	205536 304502
						5±0,5	N 01 P	0,18	205536 304509
						8±0,5	N 05	0,32	205533 304504
						10±0,5	N 01	0,35	205531 304500
						10±0,5	N 01 P	0,35	205536 304508
						12±0,5	H 7	0,4	205525 304503
						12±0,5	N 1	0,4	205534 304503
						12±0,5	N 05	0,4	205533 304503
3,65+0,1	3,3	0,5	1,8	0,7	1	6±0,5	N 01	0,25	205531 304657
						6±0,5	N 02	0,25	205532 304657
						6±0,5	N 1	0,25	205534 304657
						8±0,5	N 01 P	0,35	205536 304600
						8±0,5	N 01	0,35	205531 304650
						8±0,5	N 02	0,35	205532 304650
						8±0,5	N 05	0,35	205533 304650
						8±0,5	N 1	0,35	205534 304650
						8±0,5	H 10	0,35	205514 304650
						10±0,5	N 01	0,4	205531 304658
						10±0,5	H 10	0,4	205514 304658
						10±0,5	N 05	0,4	205533 304658
						10±0,5	N 1	0,4	205534 304658
						10±0,5	N 01 P	0,4	205536 304606
						12±0,5	N 02	0,48	205532 304651
						12±0,5	N 05	0,48	205533 304651
						12±0,5	N 1	0,48	205534 304651
						12±0,5	H 11	0,48	205512 304651
						12±0,5	H 10	0,48	205514 304651
						13±0,5	N 01 P	0,55	205536 304608

Závitová jádra

Rozměry v mm

⌀D	⌀d max	h	a	b	c	l	Materiál	Hmotnost (g)	Objednací číslo JK
5,55+0,15	4,9	0,75	2,2	1	1,5	12±0,5	H 10	1,5	205514 304654
						25±1	H 7	3,2	205552 304660
5,65+0,1	5,3	0,5	2,2	1	1,5	12±0,5	H 10	1,5	205514 304652
						12±0,5	N 05	1,5	205533 304652
						12±0,5	N 1	1,5	205534 304652
9,6—0,1	8,55	1	4	2	1,5	20±0,5	H 7		205525 304703

Hrníčková jádra

Hrníčková jádra tvoří nejrozšířenější skupinu feritových jader, jejichž rozměrová normalizace celosvětově, nejvíce díky IEC, pokročila.
Jádra se dodávají:

1. bez vzduchové mezery
2. se vzduchovou mezerou

Pod objednacím číslem se rozumí kompletní jádro, tj. složené ze dvou dílů, vzájemně zabroušených.

Hrníčková jádra bez vzduchové mezery.

Používají se jako jádra transformátorů, tlumivek, nenáročných indukčností atd. Jsou označena potiskem, a to značkou materiálu a hodnotou A_L konstanty.

Hrníčková jádra se vzduchovou mezerou.

Pro filtry a obvody s vysokou jakostí a stálostí je nutné používat jader se vzduchovou mezerou. Vybroušením vzduchové mezery poklesne efektivní permeabilita, ale současně dojde k poklesu ztrát a teplotního činitele. A_L se zaručuje v užších tolerancích, což značně usnadňuje výpočet i vlastní výrobu cívek.

Jádra se vzduchovou mezerou je možné dolaďovat v určitých mezích.

Všeobecné pokyny

Při měření a používání hrníčkových jader je nutné dbát těchto pokynů:

— dosedací plochy musí být dokonale čisté,

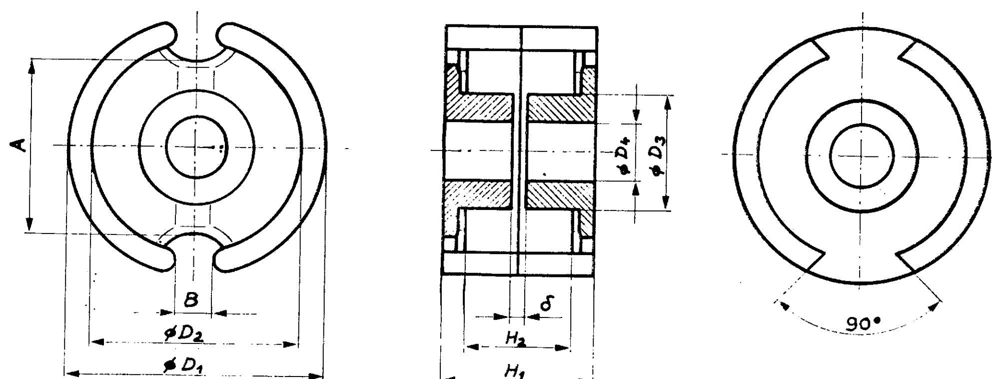
— cívková tělíska a vlastní cívky musí mít takové rozměry, aby uložením do hrníčkového jádra nevznikala vzduchová mezera, případně nedošlo násilnou manipulací k poškození jádra,

— jádra jsou vyrobena z materiálu keramického charakteru, proto je nutná opatrnost při manipulaci.

Dolaďovací elementy

Výrobce dodává široký sortiment dolaďovacích elementů bez nástřiku závitů. Rozladitelnost jednotlivých typů je uvedena při popisu jejich vlastností.

Hrníčková jádra



Typ ∅ 9×5

Rozměry v mm

Typ	∅D1	∅D2	∅D3	∅D4	H1	H2	A	B	Hmotnost (~g)
∅ 9×5	9,3—0,3	7,5+0,25	3,9—0,2	2+0,2	5,4—0,3	3,6+0,3	—	2	0,8
∅ 14×8	14,3—0,5	11,6+0,4	6—0,2	3+0,2	8,5—0,3	5,6+0,4	9,8—0,5	2	3,2
∅ 18×11	18,4—0,8	14,9+0,5	7,6—0,3	3+0,2	10,7—0,3	7,2+0,4	13,1—0,5	2,5	7
∅ 26×16	26—1	21,2+0,8	11,5—0,4	5,4+0,3	16,3—0,4	11+0,4	18,4—0,7	3,5	20
∅ 30×19	30,5—1	25+0,8	13,5—0,4	5,4+0,3	19—0,4	13+0,4	21,4—0,8	4	36
∅ 36×22	36,2—1,2	29,9+1	16,2—0,6	5,4+0,3	22—0,6	14,6+0,4	26—1	4,5	57
∅ 42×29	43,1—1,4	35,6+1,4	17,7—0,6	5,4+0,3	29,9—0,6	20,3+0,4	32—2	5	120

Údaje pro výpočty:

Typ	střední délka magnetické siločáry l_{ef} (mm)	efektivní průřez S_{ef} (mm²)	efektivní objem V_{ef} (mm³)	tvarová konstanta C_1 mm⁻¹)
∅ 9 × 5	12,4	10	120	1,25
∅ 14 × 8	19,8	25	490	0,789
∅ 18 × 11	25,8	43	1 120	0,597
∅ 26 × 16	37,6	93	3 530	0,4
∅ 30 × 19	45,2	137	6 190	0,33
∅ 36 × 22	53,2	202	10 700	0,264
∅ 42 × 29	68,6	265	18 200	0,259

Hrníčková jádra

Vyráběné typy:

Materiál: H 6

Typ	A_L (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
∅ 14×8	800±25 %	—	205511 005200
	40± 3 %	1,0	205511 005201
	63± 3 %	0,53	205511 005202
	100± 3 %	0,30	205511 005203
	160± 3 %	0,14	205511 005204
∅ 18×11	1 100±25 %	—	205511 005250
	40± 3 %	2,45	205511 005251
	63± 3 %	1,25	205511 005252
	100± 3 %	0,62	205511 005253
∅ 26×16	1 800±25 %	—	205511 005350
	100± 3 %	1,65	205511 005351
	160± 3 %	0,80	205511 005352
	250± 3 %	0,40	205511 005353
	400± 3 %	0,20	205511 005354

Materiál: H 12

Typ	A_L (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
∅ 9×5	800±25 %	—	205513 005100
	40± 3 %	0,40	205513 005102
	63± 3 %	0,20	205513 005103
	100± 5 %	0,11	205513 005104
	160± 5 %	0,06	205513 005105
	250± 5 %	0,03	205513 005106
∅ 14×8	1 500±25 %	—	205513 005200
	40± 3 %	1,20	205513 005201
	63± 3 %	0,79	205513 005202
	100± 3 %	0,35	205513 005203
	160± 3 %	0,19	205513 005204
∅ 18×11	2 000±25 %	—	205513 005250
	40± 3 %	2,35	205513 005251
	63± 3 %	1,30	205513 005252
	100± 3 %	0,64	205513 005253
	160± 3 %	0,32	205513 005254
	250± 3 %	0,18	205513 005255
∅ 26×16	3 200±25 %	—	205513 005350
	40± 3 %	4,80	205513 005357
	100± 3 %	1,50	205513 005351
	160± 3 %	0,80	205513 005352
	250± 3 %	0,40	205513 005353
	400± 3 %	0,22	205513 005354
	630± 3 %	0,13	205513 005355
∅ 30×19	3 600±25 %	—	205513 005400
	250± 3 %	0,72	205513 005401
	400± 3 %	0,40	205513 005402
	630± 3 %	0,22	205513 005403
	1 000± 3 %	0,12	205513 005404
∅ 36×22	5 000±25 %	—	205513 005450
	160± 3 %	2,10	205513 005451
	250± 3 %	1,22	205513 005452
	400± 3 %	0,63	205513 005453
	630± 3 %	0,35	205513 005454
	1 000± 5 %	0,20	205513 005455
∅ 42×29	5 800±25 %	—	205513 005500
	250± 3 %	1,3	205513 005501
	400± 3 %	0,7	205513 005502
	630± 3 %	0,4	205513 005503
	1 000± 3 %	0,21	205513 005504
	1 600± 5 %	0,10	205513 005505

Materiál: H 22

Typ	AL (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
Ø 18×11	2 500±25 %	—	205517 005250
	100± 3 %	0,66	205517 005253
	160± 3 %	0,34	205517 005254
	250± 3 %	0,20	205517 005255
	400± 5 %	0,10	205517 005256
Ø 26×16	4 200±25 %	—	205517 005350
	160± 3 %	0,82	205517 005352
	250± 3 %	0,42	205517 005353
	400± 3 %	0,24	205517 005354
	630± 3 %	0,15	205517 005355
	1 000± 5 %	0,10	205517 005356
Ø 36×22	8 000±25 %	—	205517 005450
	250± 3 %	1,25	205517 005452
	400± 3 %	0,67	205517 005453
	630± 3 %	0,36	205517 005454
	1 000± 5 %	0,21	205517 005455
	1 600± 5 %	0,10	205517 005456

Materiál: H 23

Typ	AL (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
Ø 26×16	4 800±25 %	—	205519 005350
	160± 3 %	0,82	205519 005352
	250± 3 %	0,42	205519 005353
	400± 3 %	0,24	205519 005354
	630± 3 %	0,15	205519 005355
	1 000± 5 %	0,10	205519 005356
Ø 36×22	8 000±25 %	—	205519 005450
	250± 3 %	1,10	205519 005452
	400± 3 %	0,65	205519 005453
	630± 3 %	0,35	205519 005454
	1 000± 5 %	0,20	205519 005455
	1 600± 5 %	0,10	205519 005456

Materiál: N 08 P

Typ	AL (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
Ø 18×11	180±25 %	—	205537 205250
	40± 3 %	1,5	205537 205251

Materiál: H 21

Typ	B_a (mT) při H=250A/m f ≦ 5 kHz ϑ=100±5°C	P_c (W) při B=200mT f = 15 kHz ϑ=100±5°C	δ (mm)	Objednací č. JK
Ø 26×16	≧ 310	≦ 0,5	–	205521 005350*
Ø 26×16	–	–	0,4±0,05	205521 005354*
Ø 36×22	≧ 310	≦ 1,4	–	205521 005450*

Pozn.: Připravují se ve vývoji hrníčky Ø 30×19 a Ø 42×29

Jádra pro vychylovací cívky

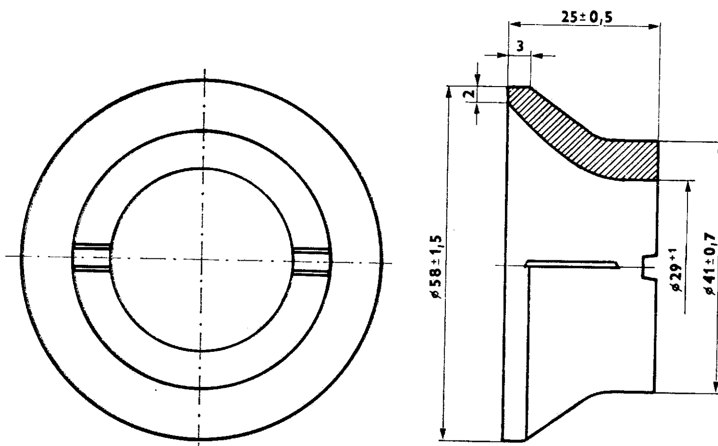
Jádra se používají do vychylovacích systémů barevných a černobílých televizních přijímačů. Pro snadnou montáž cívek se dodávají půlená. Jádra určená pro barevné obrazovky se vyrábějí z materiálu H 3 R, který vykazuje vysokou hodnotu rezistivity.

Vyráběné typy:

JÁDRO PRO OBRAZOVKY MINIATURNÍCH ČERNOBÍLÝCH TELEVIZORŮ

Materiál: H 11

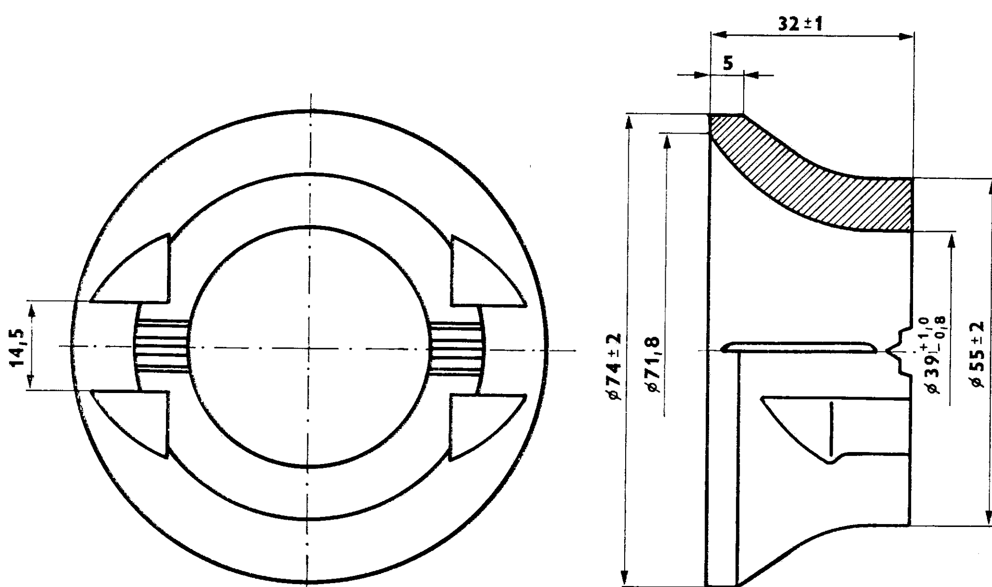
Hmotnost: 85 g
Objednací číslo JK: 205512 306016



UNIVERZÁLNÍ JÁDRO PRO ČERNOBÍLÉ OBRAZOVKY

Materiál: H 11

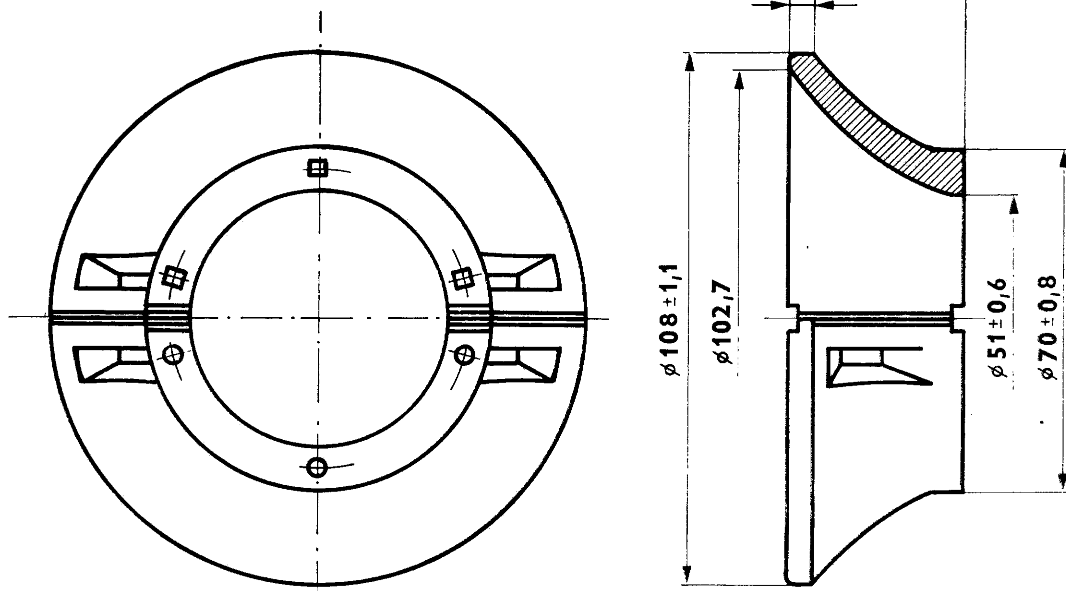
Hmotnost: 220 g
Objednací číslo JK: 205512 306021



JÁDRA PRO VYCHYLOVACÍ SYSTÉMY BAREVNÝCH OBRAZOVEK

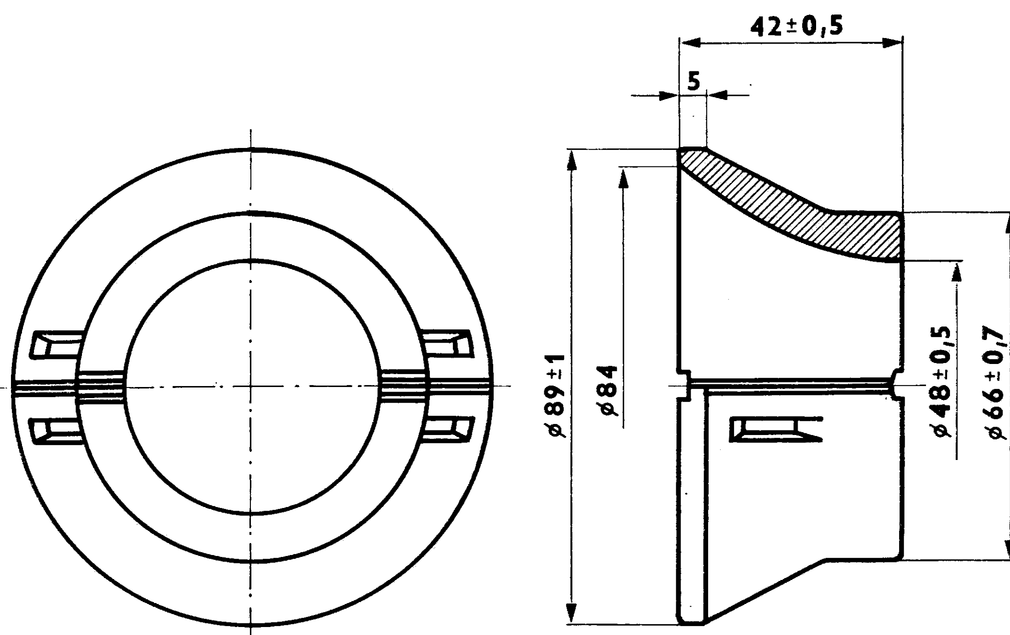
Materiál: H 3 R

Hmotnost: 300 g
Objednací číslo JK: 205526 306022



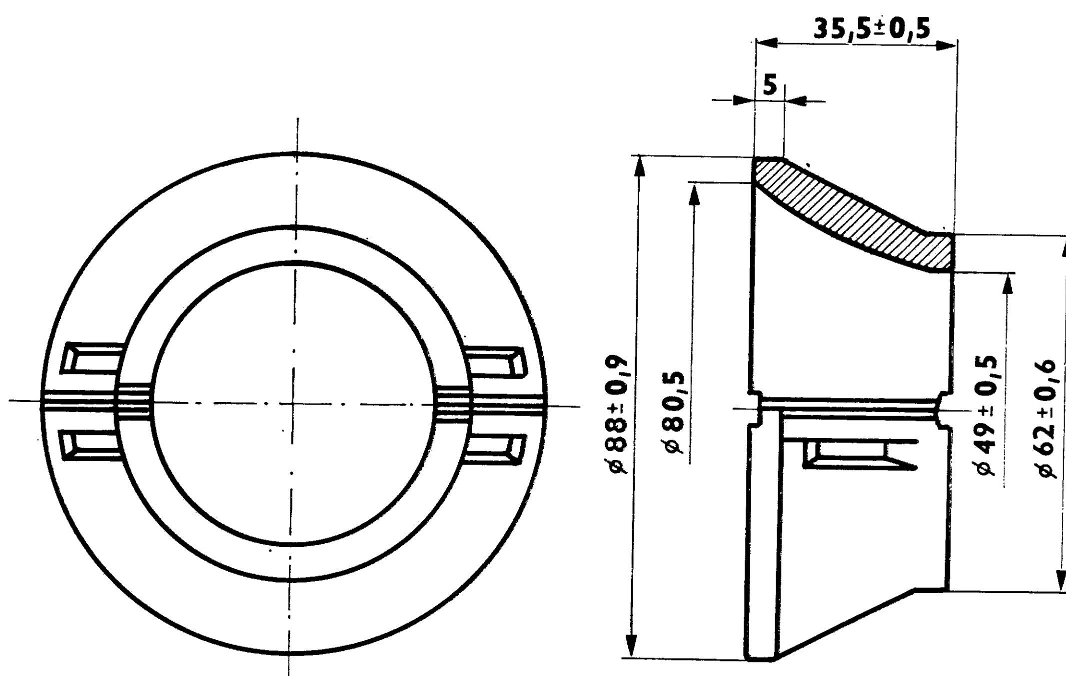
Materiál: H 3 R

Hmotnost: 255 g
Objednací číslo JK: 205526 306023



Materiál: H 3 R

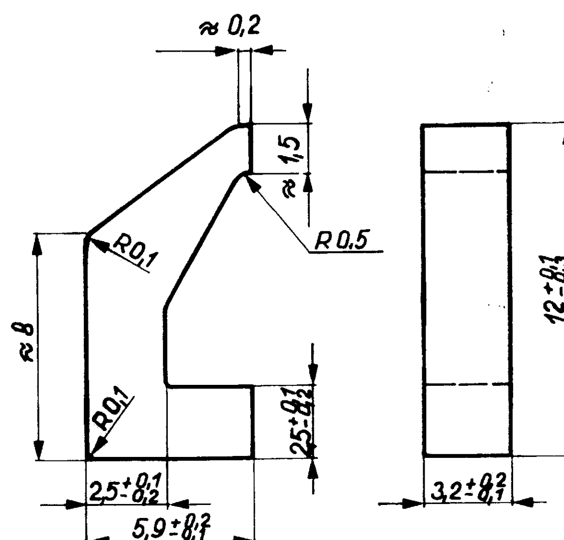
Hmotnost: 225 g
Objednací číslo JK: 205526 306024



fonox

C-jádra

Používají se jako jádra mazacích hlaviček magnetofonů, jádra čtecích, nahrávacích a mazacích hlav počítačů.



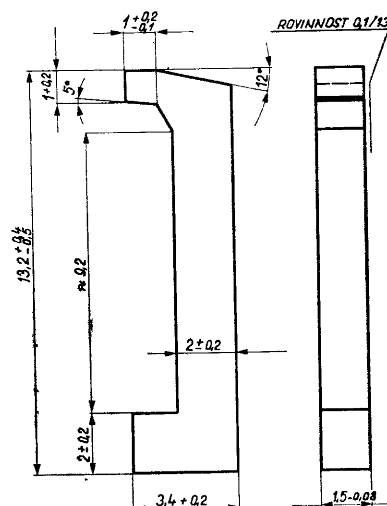
Vyráběné typy:

Materiál: H 10

Hmotnost: 0,7 g
Objednací číslo JK: 205514 306100

Materiál: H 18

Hmotnost: 0,27 g
Objednací číslo JK: 205515 306101



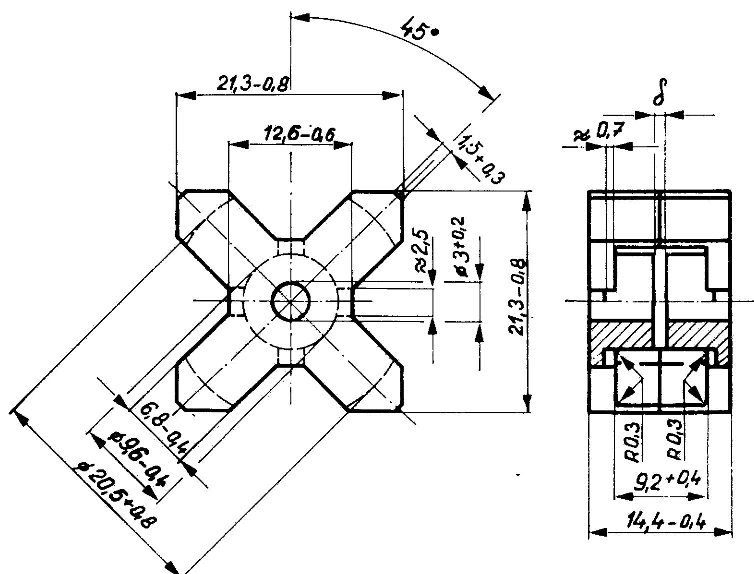
FONOX

X-jádra

Feritová X-jádra se používají podobně jako jádra hrníčková pro obvody laděné, transformátory, tlumivky, různé indukčnosti atd. Rozměrově odpovídají doporučení IEC.

Údaje pro výpočty:

l_{ef} = 38,2 mm
S_{ef} = 66 mm²
Hmotnost: 12,5 g



Vyráběné typy:

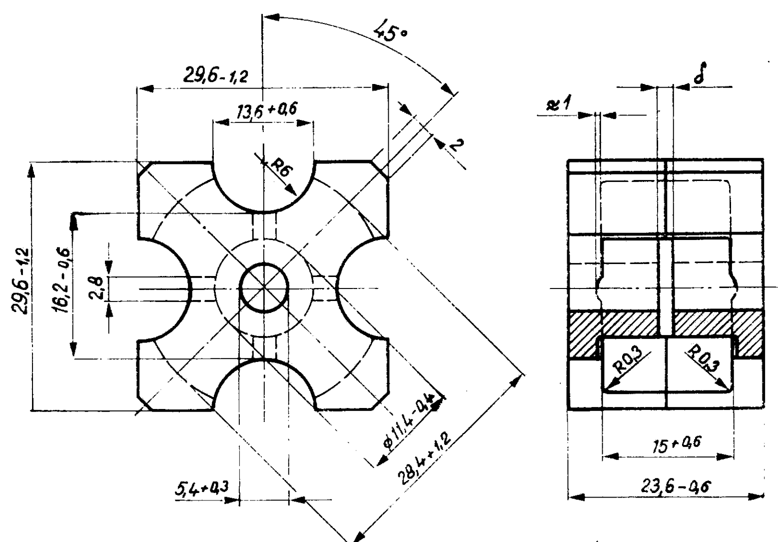
Materiál: H 22

Typ	A_L (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
X 22	3 200 ±25 %	—	205517 206200
	360 ±10 %	0,10	205517 206201
	1 000 ±10 %	0,05	205517 206202
	1 600 ±15 %	0,03	205517 206203

Fonox

Údaje pro výpočty:

l_{ef} = 55 mm
S_{ef} = 111 mm²
Hmotnost: 39 g



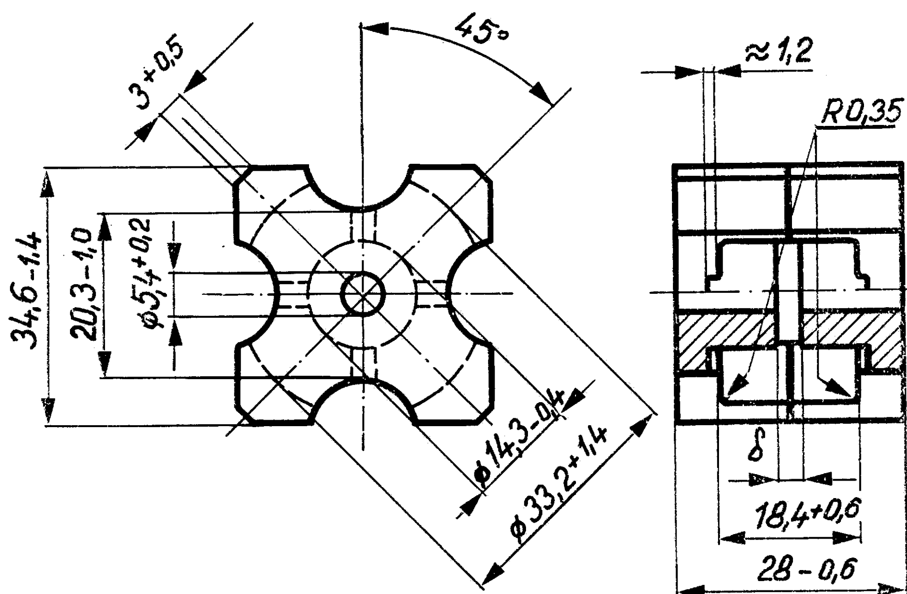
Vyráběné typy:

Materiál: H 12

Typ	A_L (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
X 30	2 800 ±25 %	—	205513 206250
	630 ±10 %	0,14	205513 206251
	1 000 ±10 %	0,08	205513 206252

Údaje pro výpočty:

l_{ef} = 67 mm
S_{ef} = 164 mm²
Hmotnost: 60 g

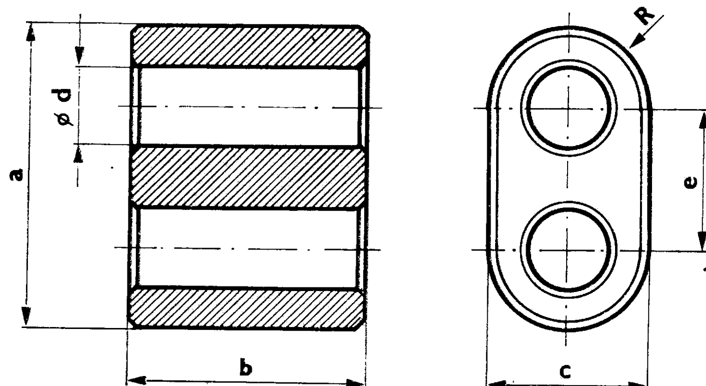


Materiál: H 22

Typ	A_L (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
X 35	5 800 ±25 %	—	205517 206275
	160 ± 3 %	1,50	205517 206280
	400 ± 5 %	0,40	205517 206279
	1 000 ±10 %	0,15	205517 206276
	1 600 ±15 %	0,08	205517 206277
	2 500 ±15 %	0,03	205517 206278

Dvouotvorová jádra

Používají se pro symetrizační členy vstupních dílů televizních a VKV přijímačů.



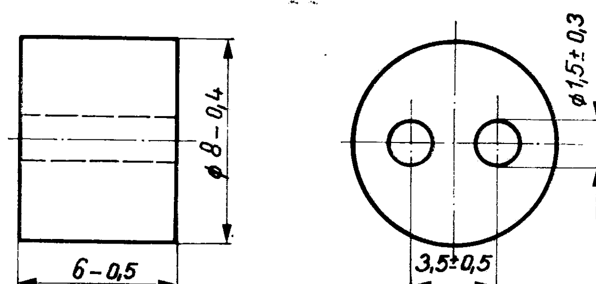
Vyráběné typy:

Rozměry v mm

a	b	c	e	∅d	R	Materiál	Hmotnost (g)	Objednací číslo JK
15±0,4	12±0,6	8±0,3	7	4+0,3	4	N 1	4	205534 306300
15±0,4	8±0,5	8±0,3	7	4+0,3	4	N 1	3	205534 306302

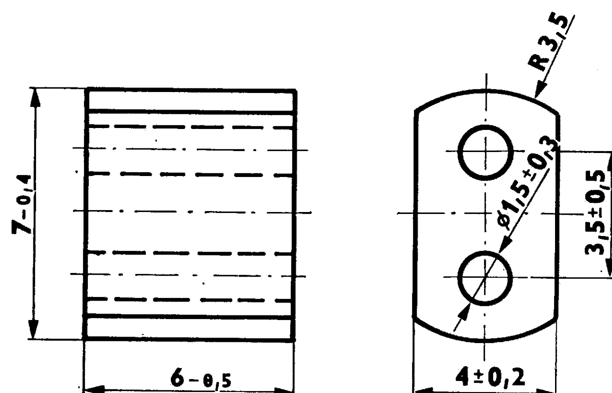
Materiál: N 01

Hmotnost: 1 g
Objednací číslo JK: 205531 306301



Materiál: N 2

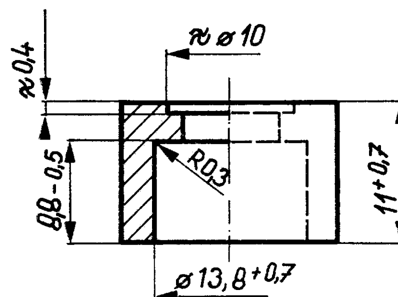
Hmotnost: 0,6 g
Objednací číslo JK: 205535 306303



FONOX

Zvonková jádra

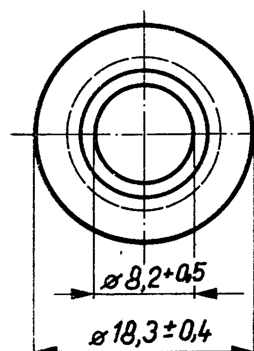
Jádra se používají pro magnetické stínění cívek do kmitočtu 5 MHz.
Z elektromagnetických vlastností se zaručuje minimální vzrůst indukčnosti a maximální pokles činitele jakosti při nasazení na měrnou cívku.



Vyráběné typy:

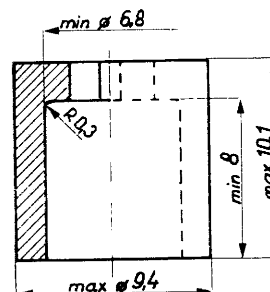
Materiál N 2

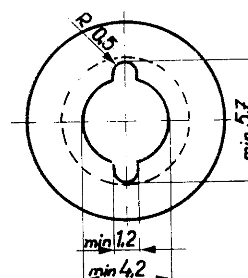
Hmotnost: 6,5 g
Objednací číslo JK: 205535 306502



Materiál H 7

Hmotnost: 1 g
Objednací číslo JK: 205525 306503



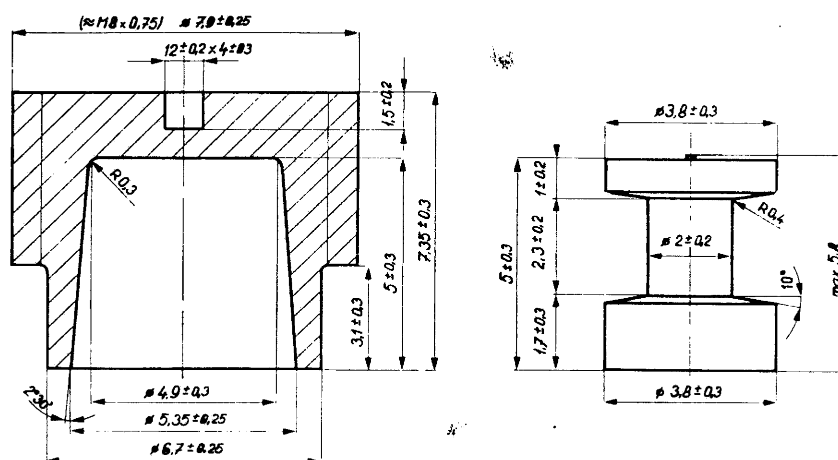


FONOX

Jádra pro MF transformátory

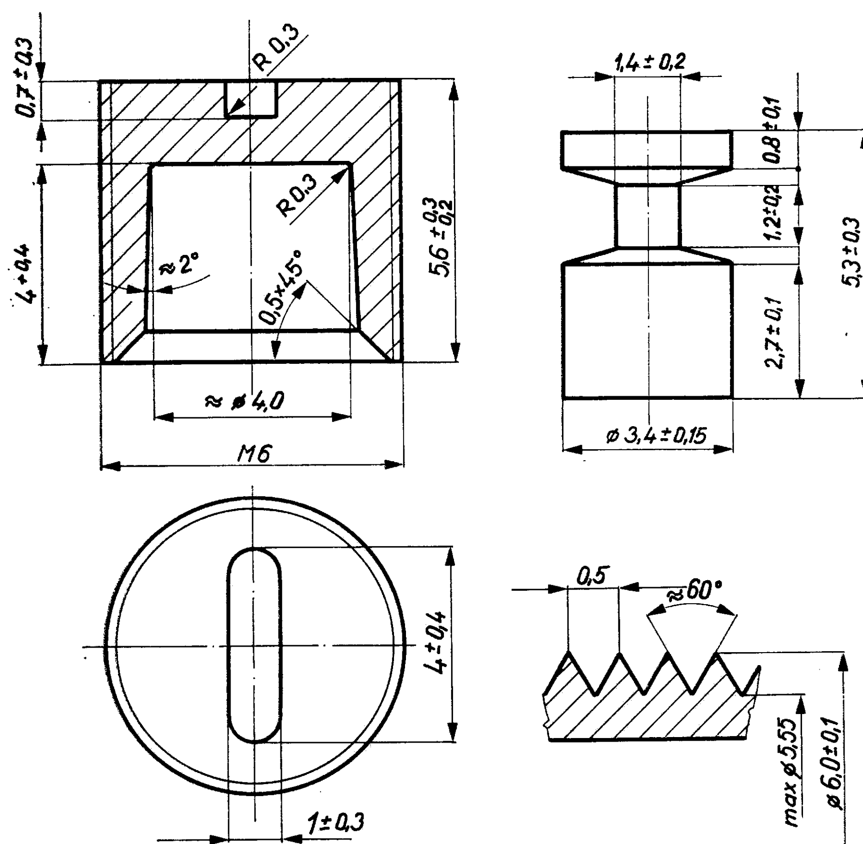
Jádra se používají pro mezifrekveční transformátory na 470 a 10 700 kHz pro rozhlasové AM a FM přijímače. Cívka se vine přímo na feritové jádro. Nasouváním vlastního hrníčku se mění vzduchová mezera a dochází ke změně indukčnosti.

Vyráběné typy:



Provedení	Materiál	Pracovní kmitočet (MHz)	Hmotnost (g)	Objednací číslo JK
Hrníček	N 1	0,47	0,9	205534 306600
Jádro	N 1	0,47	0,19	205534 306603
Hrníček	N 1	10,7	0,9	205534 306601
Jádro	N 1	10,7	0,19	205534 306604

Fonox

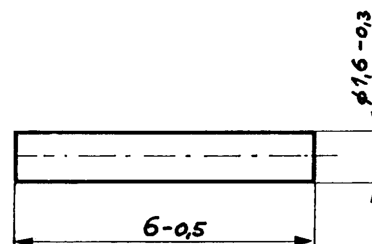


Provedení	Materiál	Pracovní kmitočet (MHz)	Hmotnost (g)	Objednací číslo JK
Hrníček	N 1	0,47	0,35	205534 306602
Jádro	N 1	0,47	0,19	205534 306605
Hrníček	N 1	10,7	0,35	205534 306606
Jádro	N 1	10,7	0,19	205534 306607

FONOX

Dolaďovací jádra

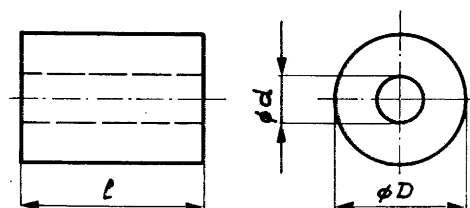
Jádra se používají pro dolaďování hrníčkových jader, X - jader, RM - jader se vzduchovou mezerou. Z elektromagnetických parametrů se zaručuje minimální hodnota rozladění u daného hrníčkového jádra.



Vyráběné typy:

Materiál: H 18

Objednací číslo JK: 205515 306700



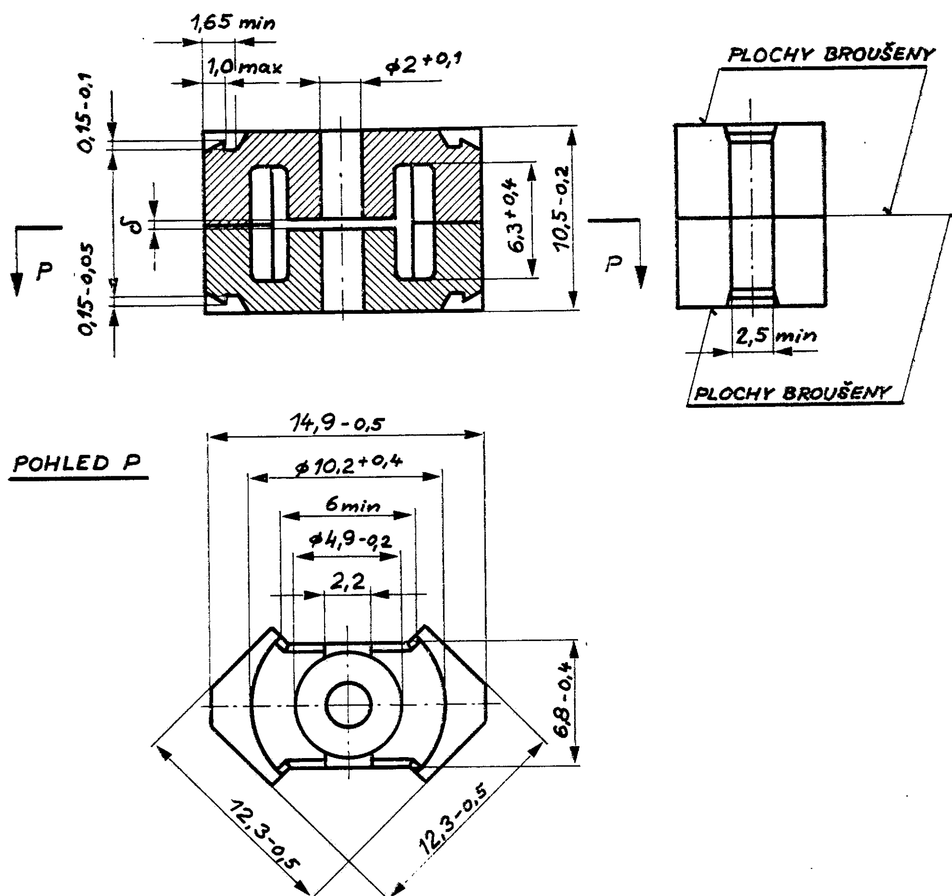
Rozměry v mm

∅D	∅d	l	Materiál	Hmotnost (g)	Objednací číslo JK
2,7—0,1	1	2±0,1	H 18	0,03	205515 306704
2,7—0,1	1	2±0,1	N 01 P	0,03	205536 306704
2,7—0,1	1	3,7±0,1	H 18	0,07	205515 306705
2,7—0,1	1	3,7±0,1	N 01 P	0,07	205536 306705
2,75—0,05	1	4,6±0,1	H 18	0,1	205515 306706
4,5—0,1	1	6,5±0,1	H 18	0,4	205515 306711
4,5—0,1	1	10±0,1	H 18	0,65	205515 306712
5,2—0,1	2	6,2±0,1	H 18	0,5	205515 306713
2,75—0,1	1	3±0,1	H 18	0,06	205515 306714
5—0,1	2	6,4—0,2	H 18	0,48	205515 306715

fonox

RM - jádra

Používají se pro různé obvody filtrů a transformátorů ve sdělovací technice. Svými tvary a rozměry přispívají k jednoduché montáži a miniaturizaci zařízení.



Údaje pro výpočty:

l_{ef} = 21,4 mm
S_{ef} = 21,2 mm²
Hmotnost: 3,4 g

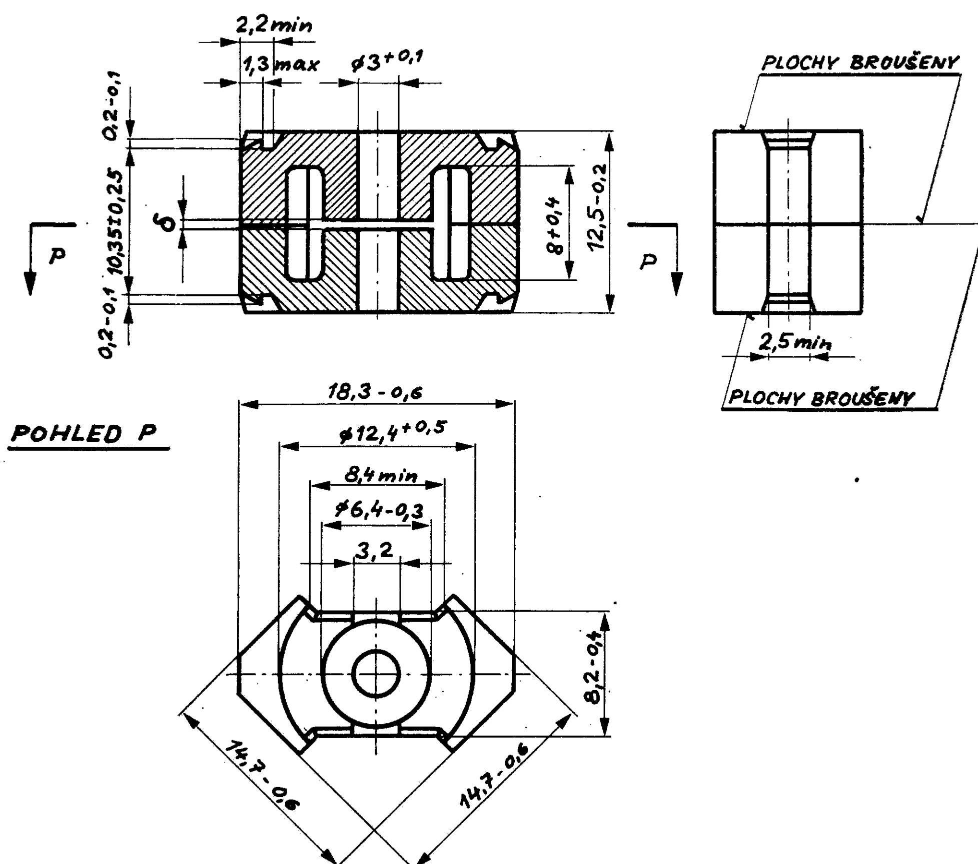
Vyráběné typy:

Materiál: H 12

Typ	A_L (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
RM - 5	1 000±25 %	—	205513 306825
	40± 3 %	0,75	205513 306826
	63± 3 %	0,40	205513 306827
	100± 3 %	0,20	205513 306828
	160± 5 %	0,10	205513 306829

FONOX

RM - jádra



Údaje pro výpočty:

l_{ef} = 27 mm
S_{ef} = 31 mm²
Hmotnost: 5,4 g

Vyráběné typy:

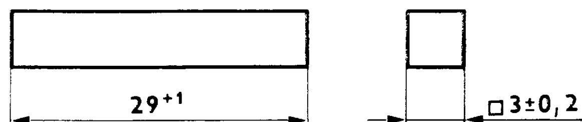
Materiál: H 12

Typ	A_L (nH)	δ (mm)	Objednací číslo JK
RM - 6	1 300±25 %	—	205513 306850*
	40± 3 %	1,1	205513 306851*
	63± 3 %	0,7	205513 306852*
	100± 3 %	0,4	205513 306853*
	160± 3 %	0,2	205513 306854*
	250± 3 %	0,1	205513 306855*

FONOX

Speciální výrobky

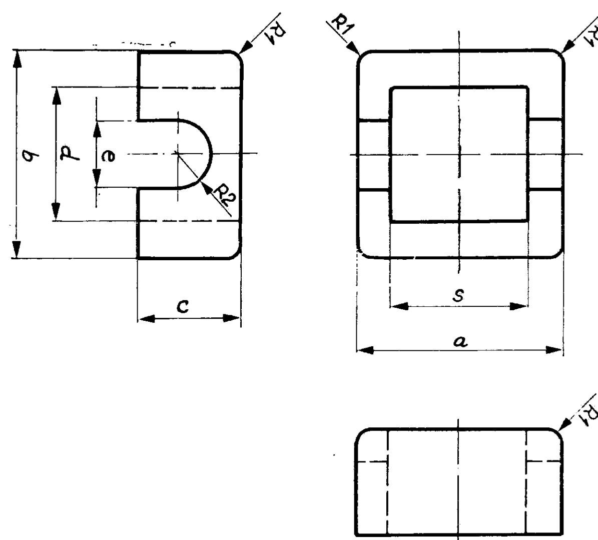
HRANOLEK



Materiál: N 2

Hmotnost: 1,3 g
Objednací číslo JK: 205535 309004

RÁMEČKOVÁ JÁDRA



Rozměry v mm

a_{max}	b_{max}	c	d_{min}	e_{min}	s_{min}	R_1	R_2	Materiál	Objednací číslo JK
10,4	11,4	6,2—0,4	7,8	4,6	6	0,5	2,3	H 7	205525 309008
14,5	11,6	6,5—0,5	8	4,65	10	0,5	2,3	H 12	205513 309009
14,7	15	8,8—0,6	11,7	5	10	0,5	2,5	H 7	205525 309010

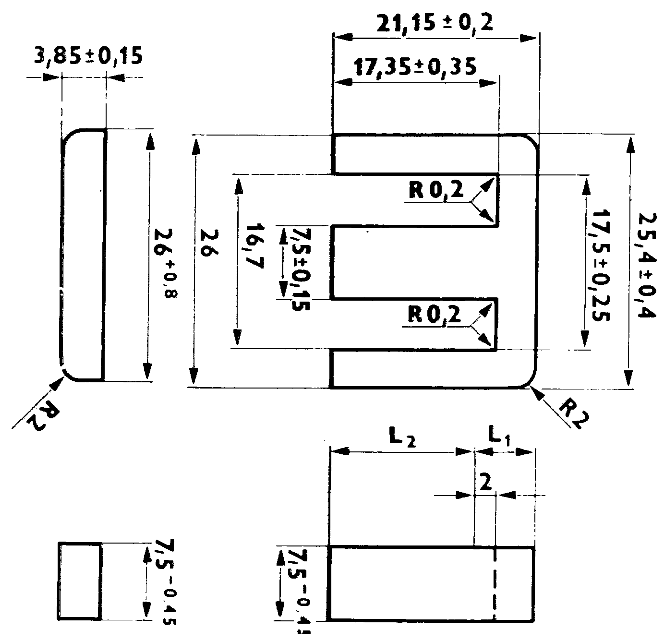
FONOX

E-I jádro

Materiál: H 21

Údaje pro výpočty:

l_{ef} = 57 mm
S_{ef} = 56 mm²



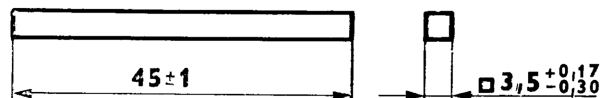
Elektromagnetické parametry:

P (W) při B = 0,2 T f = 15 kHz ϑ = 23 °C	B (T) při H = 250 A/m ϑ = 23 °C	B (T) při H = 50 A/m ϑ = 100 °C	Ojednací číslo JK
≦ 0,65	≧ 0,34	≧ 0,1	205521 309011

HRANOLEK

Materiál: H 21

Hmotnost: 2,5 g
Objednací číslo JK: 205521 309034



V roce 1988 vydala obchodně-technická
služba a propagace s. p. PRAMET
ŠUMPERK nákladem 6 000 výtisků
Vytiskly Moravské tiskařské závody, n. p.,
Olomouc, provoz 13, Šumperk

VÝROBCE:



UNIČOVSKÁ ULICE 2, PSČ 787 53 ŠUMPERK

42 21 - 9
PRAMET ŠUMPERK
66 233

EXPORT:

Ferromet
PRAHA

PODNIK ZAHRANIČNÍHO OBCHODU
Opletalova 27
111 81 Praha 1
Telegram: Ferromet Praha
Telefon: 21 41
Dálnopis: 121410; 121411 Ferromet Praha